瓜實蠅防治
與 整合性管理策略

ISBN 986043531-6
9 789860 435313
GPN: 1010302762

瓜實蠅防治 與 整合性管理策略

行政院農業委員會農業試驗所

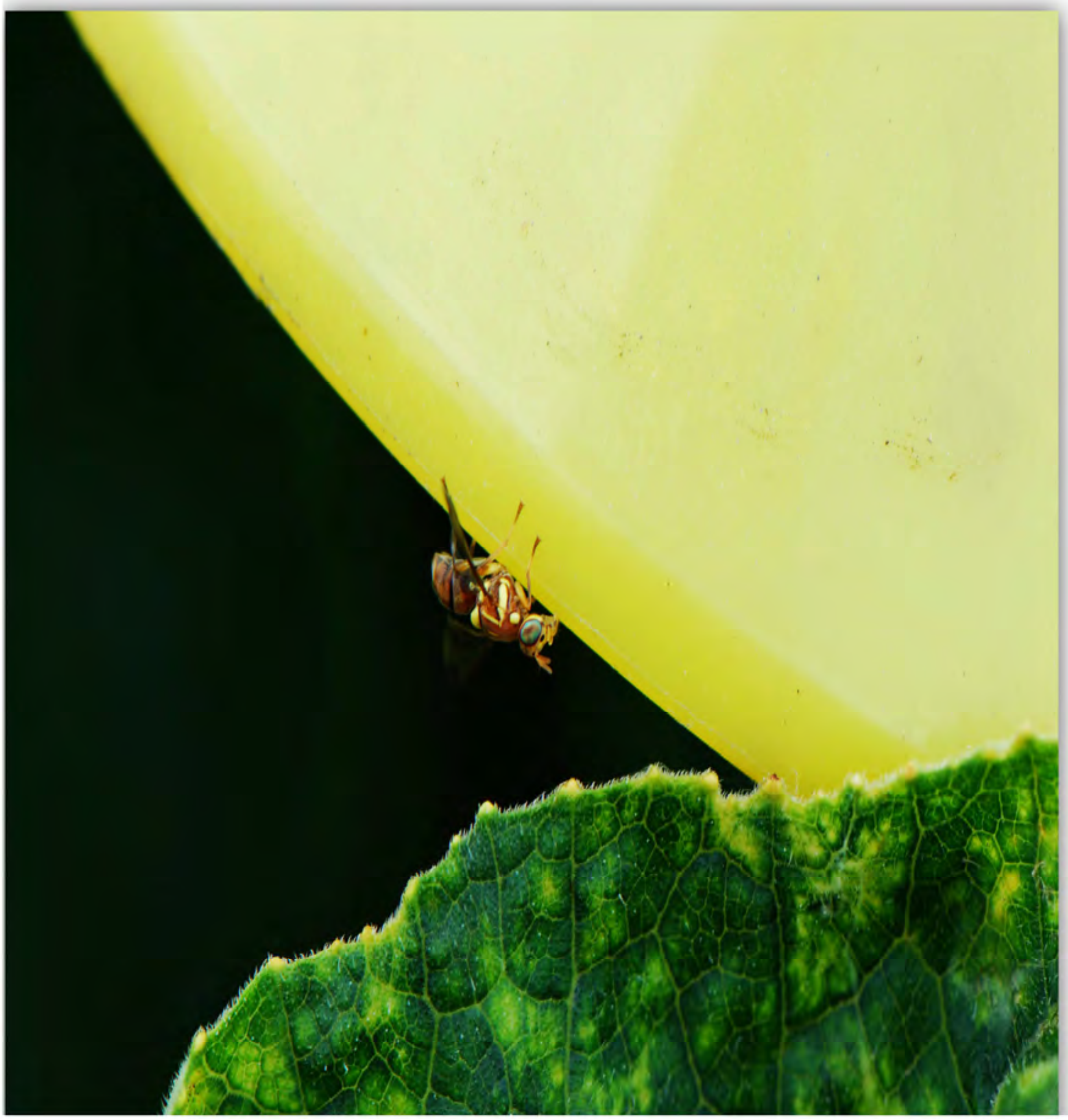
瓜實蠅防治
與 整合性管理策略

黃毓斌、江明耀、丁柔心、周桃美、高靜華合著
黃毓斌 主編
周明儀 審稿

中華民國 103 年 11 月

瓜實蠅防治與整合性管理策略

農業試驗所特刊 **182** 號



黃毓斌、江明耀、丁柔心、周桃美、高靜華合著

黃毓斌 主編
周明儀 審稿

中華民國 103 年 11 月

Integrated Pest Management and Control Tactics of the Melon Fly

Author

Yu-Bing Huang

Co-Authors

Ming-Yao Chiang, Rou-Shin Ting ,Tao-Mei Chou

Ching-Hua Kao

Edited by

Yu-Bing Huang

Reviewed by

Ming-Yi Chou

Special Publication No. 182

Taiwan Agriculture Research Institute Published

November, 2014

序言

農業試驗所向來極為重視農民教育訓練，教材的編撰為同仁長年持續進行之工作，應用動物組繼完成東方果實蠅整合性管理策略專書之後，本年度在團隊合作之下，再度協力完成「瓜實蠅防治與整合性管理策略」專書乙冊。

本專書係從瓜實蠅基本生態及行為特性著手，延伸出經濟有效且對環境友善之整合性區域防治技術，鉅細靡遺，完整展現蟲害施用策略。書中呈現本所歷年於台灣地區收集之瓜實蠅密度監測資料，藉此進行地區性危害風險分析。另外也著手整理出台、美國際農業技術交流合作計畫中，將美國農部及夏威夷大學提供之防治精隨與國內實地防治經驗，與國內防疫工作者分享。

本書出版係提供農政單位及農業從業人員蟲害整合性防治技術概念，期勉以拋磚引玉之熱忱，引導國內從事防檢疫工作人員，得以一覽瓜實蠅防治上之指導準則，期望我國瓜實蠅防治工作，邁入新里程碑，成為蟲害防治工作上優良典範，提升我國農業技術之發展。

行政院農業委員會農業試驗所　所長

陳駿季 謹識

中華民國 103 年 11 月

編者 序

台灣瓜類作物栽培面積達31,133公頃，總產值達101億，優良之農業管理技術，有助提升農產品競爭力。然瓜實蠅為瓜類作物危害最嚴重之害蟲，至少有10餘種瓜類作物受到危害，依目前評估至少有15%危害率時,其所造成之經濟損失不小,影響農業經濟層面甚鉅。

本書編寫架構係由瓜實蠅基本生態及危害特性，作為開端 ，明確點出防治工作，應建立在害蟲生態基礎研究上。延伸出第二章針對生態特性所開發出防治及其策略說明,作為控制族群或降低危害之防治原則。第三章則蒐集近二十個地區之瓜實蠅密度監測資料，就生產專區其危害風險及密度發生嚴重之地區進行探討,對於區域性整體防治工作具畫龍點睛之效。第四章則就國內外實施區域防治示範成果範例說明，推展個別點的防治擴大為生產面的防治，而防治人力層面回則歸到生產者上。

專刊編寫之前廣泛收集整理歷年來生產專區瓜實蠅發生調查及研發防治技術資料。除參考國內外往昔研究外，亦整理國內外常見寄主植物之名錄，俾利研究人員查閱對照。專書撰寫之時，經農藥研究室同仁協助編撰圖表及校對，完成之時，並邀請畢業於夏威夷大學周明儀博士協助審閱專書技術內容及指正，在此一併感謝。本書雖籌劃多時，遺漏或錯誤之處仍在所難免，惠請各界研究先進，不吝賜教。

主編 黃毓斌

中華民國103年11月

目錄

一、 瓜實蠅生態特性……………………………1

二、 常用防治技術介紹…………..……………19

三、 高風險危害地區之分析……...…………29

四、 國內外防治及輔導範例………………..55

附錄一、寄主植物名錄………………………67

參考文獻……………………..………………69

一、瓜實蠅生態特性

瓜實蠅(melon fly，*Bactrocera cucurbitae* Coquillett)俗稱瓜仔蜂，與東方果實蠅同被視為亞太地區危害瓜果類作物最為嚴重之害蟲，此蠅於適宜環境下具高繁殖能力，短期內族群能夠迅速增長，造成寄主果實畸形或腐爛，失去商品價值。另外其危害寄主種類繁多，大凡葫蘆科作物如絲瓜、苦瓜、南瓜、甜瓜、胡瓜、西瓜及哈密瓜類等皆深受其害。

雌成蟲大部分活動時間均於瓜園附近作物上棲息，產卵時才進入瓜園內繁殖，於瓜類幼果期即開始產卵為害。幼蟲期潛行蛀食於瓜果實內，可藉由田間衛生措施，清理受害果加以克服防除，減少族群孳生。另老熟幼蟲鑽入土壤化蛹，最易受天敵攻擊如螞蟻或土壤環境變化影響(如圖 1-2)。

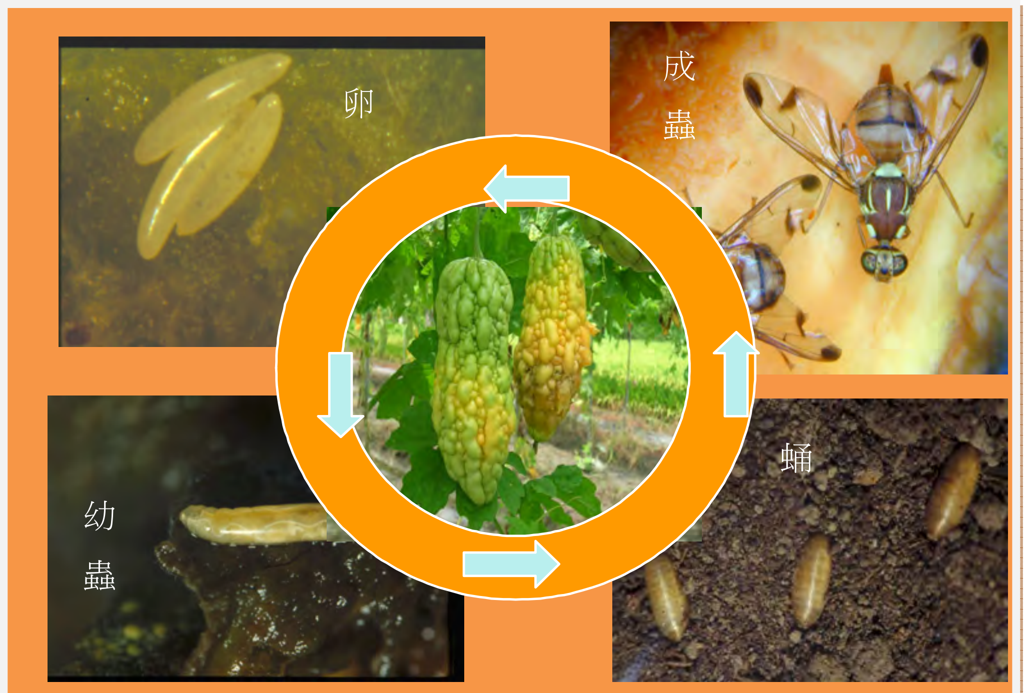


圖 1-1. 瓜實蠅之生活史

瓜實蠅之生活史中(如圖 1-1)，卵、幼蟲、蛹及成蟲等各齡期(Stage)生活於不同之生態環境，幼蟲及蛹期之發育速率主要受到溫度影響，溫度愈高，發育所需天數愈短，在台灣一年約可發生 8~10 代。其他環境因子如光照、濕度或雨量，則會影響瓜實蠅每日活動、分布及交尾行為等。在台灣無越冬現象，全年皆可發現，在嚴冬裡，隱密於灌木和樹木的枝幹或樹葉下。在夏季炎熱和乾燥的季節，成蠅喜好棲息於潮濕或陰暗的地方，以昆蟲或植株分泌之蜜露維生。

瓜實蠅的發育臨界低溫約 8.1˚C (Keck, 1951)，發育臨界溫度上限為 36℃（Messenger and Flitters, 1958）。卵、幼蟲、蛹期所需發育積溫(Degree day)分別為 21.2、101.7 及 274.9 日度(Keck, 1951）。發育適溫約介於 25˚C~32.2˚C 及 60～70%的相對濕度範圍。Fukai(1938）研究指出，在室溫下若食物供應無虞，成蟲存活可達 179 天，其中高溫、長日照和寄主栽培期均會影響瓜實蠅之豐度（Lee *et al.*, 1992）。卵孵化後，幼蟲於瓜果實內潛行蛀食，果實外觀逐漸軟化塌陷，三齡幼蟲老熟後，會自原產卵孔鑽出，利用身體躬起彈跳的行為將自身彈入土中化蛹，可彈離受害果範圍至少 70 公分。化蛹後存活率易受天敵如螞蟻攻擊或土壤環境變化影響，蛹期之長短依溫度高低而定，濕

圖 1-2. 老熟幼蟲鑽入土壤化蛹，化蛹後面臨螞蟻之攻擊

度因子亦會影響發育期，若處於太潮濕環境，幼蟲會有短暫延遲生長之現象，羽化時間將隨之延後；太乾燥則易造成死亡(如圖 1-2)。最適合的化蛹環境為土壤深度約 4~ 10 公分，濕度約 50~60%。羽化集中於上午 6:00 至 10:00，時間可能會隨陰天、下雨或過低的溫度而延後，但很少於午後羽化。

在不同寄主植物上，其生活史發育期長短略有不同，在苦瓜及絲瓜上分別為 7.7 及 9.4 天（Gupta and Verma, 1995）。幼蟲在土壤中化蛹，移動和生存主要受土壤質地和水分影響，偏好在土壤中深度 0.5 至 15 公分處化蛹，根據溫度和寄主植物，蛹期可能會有所不同。（Koul and Bhagat, 1994; Khan *et al.*, 1993）。

瓜實蠅寄主廣泛，在亞洲及美國夏威夷州所採集的紀錄顯示寄主植物超過 125 種，其中重要寄主為葫蘆科植物。在東南亞地區，可供瓜實蠅完成世代的重要作物有 42 種，26 個屬，12 個科 (Allwood *et al*, 1999)。非經濟作物寄主包括 9 種瓜類、豆類（豇豆，菜豆）和木瓜 (番木瓜)。另外一種相似種類稱為南瓜實蠅 (*Bactrocera tau*)，體色較淺黃 (早期中文名稱為擬東方果實蠅)，於絲瓜或南瓜上常見兩種同時危害；與瓜實蠅外部型態最明顯差異在於翅上之臀脈尚無翅痣，雄性誘引劑克蠅或 Raspberry ketone formate (RKF)對其均具誘引效果(如圖 1-3)。國內外報導已證實瓜實蠅會危害花器或藤蔓；向日葵、香蕉及甜玉米等作物的汁液中含有揮發物質會誘導雌蠅產卵。另蘭花中的豆蘭科（*Bulbophyllum paten*），開花時會產生一種互惠互利的物質 zingerone。瓜實蠅雄蟲取食花粉及其他花器萃取物後，將其儲存於體內費洛蒙腺體，再分泌藉以吸引雌蟲，誘導雌蠅交尾(Hong and Nishida, 2000)。

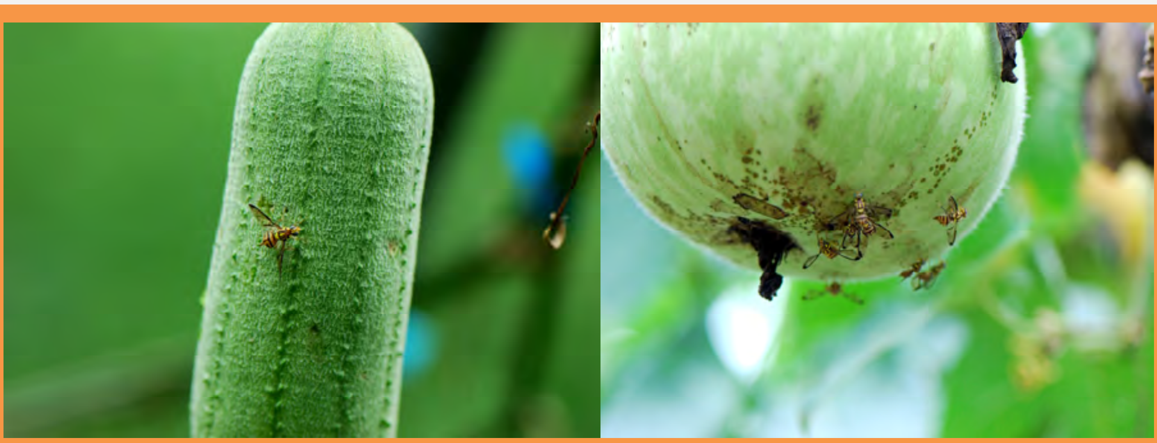


圖 1-3. 近似種南瓜實蠅（*Bactrocera tau*)同樣危害一些葫蘆瓜類

瓜實蠅常見之行為：

成蟲具飛行能力，可作長距離分散，其日間活動約以凌晨 5~6 點開始隨著日間氣溫變化逐漸進入瓜果園活動，以覓食及果實產卵為主，傍晚時分(18:00~19:00)則另一個活動高峰，推測與雌雄交尾行為有關 (如圖 1-4)。

圖 1-4. 瓜實蠅成蟲舔食食物情形

近幾年有關瓜實蠅的研究，都集中於三個行為模式探討，有關其行為特性分述如下：

覓食：

成蟲喜好取食的食物來源，有露水、棲息作物之汁液、鳥類排泄物、葉表面之沈積物或花蜜。通常雌蟲對食物需求量較大，可確保繁殖大量的後代 (如圖 1-5)。

圖 1-5、食物來源有鳥類排泄物、棲息作物之汁液、煤煙物、葉表面之沈積物或花蜜

交尾：

達性成熟的雄成蟲約於每天下午 3~4 點時頻繁振翅，並開始分泌性費洛蒙，吸引雌蟲來交尾，再經由身體碰觸(touch)及媾合(mounting)的動作始完成交尾行為。交配於黃昏前後達到高峰，為確保交尾時能夠順利成功受精，通常媾合動作可維持至少 2 小時或持續至隔日凌晨(如圖 1-6)。若晚上 8~10 點前沒有開始交尾，雄蟲就不會再進行交尾(未發表資料)。雌蟲交尾一次即終身受孕，卵巢附近有一儲精囊，可保存精子數量及確保精子健康，為增加遺傳變異性及確保精子的數量充足，一生可交尾 2~3 次。雄蟲則為多次交尾，次數依雄蟲壽命及雌雄相遇機會而定，室內試驗結果顯示一生當中交尾平均 20 餘次以上。

圖 1-6、瓜實蠅交尾媾合(mounting)情形

產卵：

雌蟲卵巢內受精卵逐日生長發育完成後，觸角上化學接收器受到寄主產卵物質之刺激，經由定位(orientation)及視覺辨別果實顏色而著陸(landing)產卵，每次產卵量依瓜果實大小及種類而定，約 1~10 個卵，每天產卵量最高可達 100 個以上，終其一生至少 3 個月之壽命，產卵量可達 1000 個或更高(如圖 1-7)。通常雌成蟲產卵於瓜果皮與果肉之間，其產卵最大危害特性在於從幼果期或花苞期即會造成不良果，嚴重影響瓜果生產，族群密度高時甚至為害新藤(如圖 1-8)。

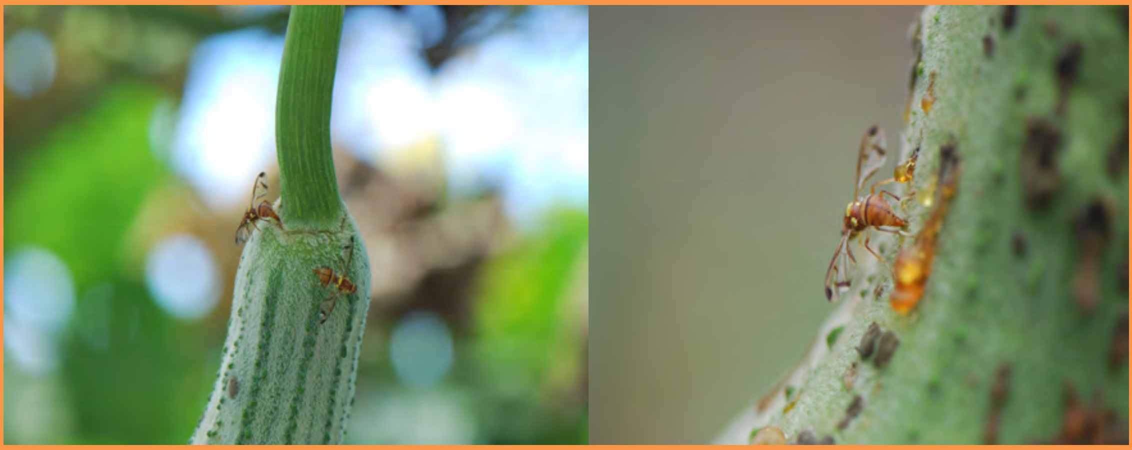


圖 1-7、雌蟲產卵於瓜果柄或果實上

圖 1-8、雌成蟲會產卵於花苞或新瓜藤

為害特性：依寄主種類區分

1.絲瓜：

品種可分圓筒型及稜角絲瓜，栽培環境一般有隧道棚、水平棚及露地匍匐式 3 種，露地栽培僅在澎湖縣白沙鄉看到。水平棚式栽培以高雄市大社區、嘉義縣中埔鄉及雲林縣斗南鎮等為大宗，一年栽植二期，另南投縣埔里鎮及魚池鄉，則僅收穫一期。通常幼果期開始即會受到瓜實蠅為害，造成畸形果。在果實成熟期間被害時造成落果或腐爛，惟田間瓜實蠅族群密度高時，新株瓜藤亦有被危害風險(如圖 1-9)。

圖 1-9、瓜實蠅為害絲瓜情形

2.苦瓜：大都為隧道棚或棚架栽培，以屏東縣萬丹鄉、雲林縣西螺鎮、彰化縣溪州鄉、台中市大甲、外埔區及后里區等為大宗。通常幼果期開始即受到瓜實蠅為害，造成幼果畸形或彎曲，果實成熟期被害時造成落果或腐爛。另**山苦瓜**亦會受到瓜實蠅危害，沖繩苦瓜為目前較低危害風險之品種(如圖 1-10 及圖 1-11)。

圖 1-10、瓜實蠅危害苦瓜之情形

圖 1-11、山苦瓜被瓜實蠅為害後之外觀

3.大(小)黃瓜：台灣各地常見培栽之果菜類，抽蔓時需搭立支柱或棚架，結果期間均會被瓜實蠅危害，受害外部特徵則為幼果畸形或成果腐爛。另**越瓜(澎湖)**亦與小黃瓜同樣類似危害特徵(如圖 1-12)。

圖 1-12、黃瓜類及越瓜被瓜實蠅為害之情形

4.南瓜及冬瓜：台灣各地常見栽培之瓜果類，一般都為露地栽培，少數為棚架栽培，有研究報導指出南瓜花器會吸引瓜實蠅雌蟲產卵，危害期從幼果即開始，當果實漸長硬化後，因膨壓作用被害風險低(如圖 1-13)。

圖 1-13、南瓜及冬瓜幼果期被瓜實蠅危害風險高

5.西瓜：都為露地栽培，常見於河床地栽培，其中花蓮、屏東、雲林二崙、彰化、台中龍井、苗栗後龍、新竹及桃園觀音等近出海口沙地均為重要產區。西瓜栽培最重要的工作是留果，一般大瓜品種一株上留 2~3 果為原則，小瓜果品種一株上可留 4~6 果為原則，故留果期間被瓜實蠅危害就會造成損失，約一個月後成熟果就很少被危害，但廢棄果所散發之果香將吸引族群侵入產卵，成為瓜實蠅孳生之溫床(如圖 1-14)。

圖 1-14、採收後期之棄置西瓜，易遭致瓜實蠅危害，成為孳生源

6.甜瓜：最常見之栽培瓜果，其中以宜蘭壯圍、南澳、新竹口湖、嘉義太保、義竹、台南市七股、東山等鄉鎮栽培面積較具規模，這些地區常有瓜實蠅為害之疫情。一般均採露地隧道式栽培，少數為設施直立式栽培，可分為東方甜瓜及西方甜瓜兩種，兩種甜瓜從幼瓜至成熟瓜均會被瓜實蠅危害，若田間蟲害管理不善易成為瓜實蠅孳生源(如圖 1-15)。

圖 1-15、甜瓜類被瓜實蠅為害後之情形

7.紅龍果：瓜實蠅於開花期進入果園內產卵危害花苞，造成花器受損，影響後續植栽生長，但不會侵入子房為害，所以影響有限 (花苞授粉後即摘除)，惟幼果期時成蟲會侵入園區直接危害果實鱗片，惟大多數卵粒無法發育成幼蟲，僅於外觀有產卵痕跡，造成果皮外觀受損，商品價值大為降低(如圖 1-16)。

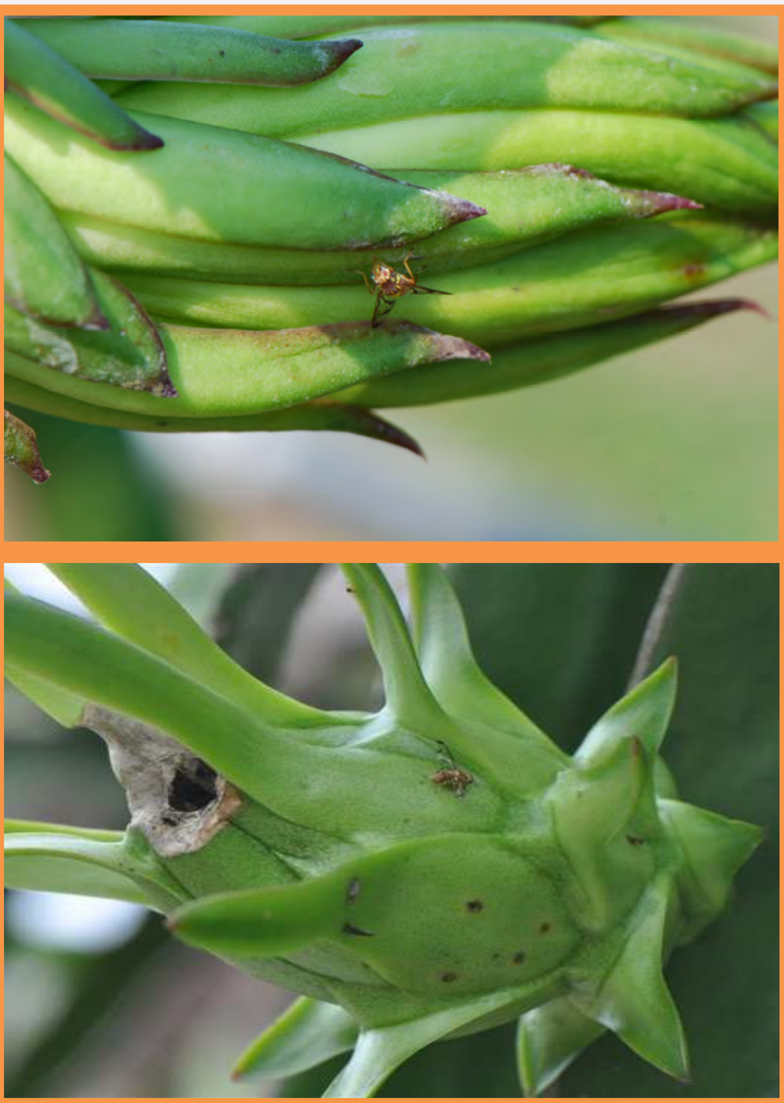


圖 1-16、瓜實蠅舔食紅龍果花蜜及幼果期產卵危害

8. 番茄：茄科作物為瓜實蠅較不偏好之寄主，在人工飼養環境下，瓜實蠅可在牛番茄或小番茄上順利完成世代且繼續繁衍下一代，但在田間較少成為主要害蟲(如圖 1-17)。

圖 1-17、瓜實蠅在番茄上之危害

9. 佛手瓜及蛇瓜：露地或棚架栽培，在台灣本島大都採小面積粗放栽培，幼果被危害後成畸形果機率很高(如圖 1-18)。

圖 1-18 蛇瓜、蒲瓜、佛手瓜及木瓜為瓜實蠅危害寄主

10.其他豆類、茄科、少數芸香科柑橘類及其他水果亦會被瓜實蠅危害：造成豆莢腐爛或引發茄果其他病變(如圖 1-19)，木瓜則是較常見的東方果實蠅及瓜實蠅共同寄主。

圖 1-19. 瓜實蠅危害部分豆科作物之情形

瓜實蠅田間誘引作物(trap plant)：

在台灣常見的有蓖麻、構樹、血桐、木槿、朱槿或其他高莖禾本科植物，基於植物本身分泌汁液的特性或特殊味道，瓜實蠅族群喜棲息於這些植物上，作為覓食或庇護場所(如圖1-20)。

圖 1-20、常見陷阱作物有:高莖禾本科、玉米、木槿、構樹、朱槿及蓖麻（依上下順序）

結 論

瓜實蠅的寄主植物超過125種，向來為瓜農最感頭痛且會造成經濟損失之害蟲，嚴重影響農民收益。本章節收錄了瓜實蠅基本生態學資料及活動行為特性，並就危害寄主特徵或其棲息作物進行描述特性，作為農政單位防治及研發工作之參考依據。

二、常用防治技術

在進行瓜實蠅防治之前，除須了解其本身生態特性外，如何辨識與東方果實蠅之外部形態或行為上之差異，實為防治技術推廣上之首要課題。

1. 瓜實蠅與東方果實蠅之不同

(1) **外部形態**：瓜實蠅中胸背板上有三條黃色縱線，翅前緣外端有一黑色翅斑，沿翅臀有黑色斜斑；東方果實蠅則是中胸背板側緣有兩條黃色條紋，翅透明無黑斑。

(2) **寄主種類**：瓜實蠅主要以葫蘆科等草本植物為主，而東方果實蠅之寄主以水果為主；木瓜、西瓜、番石榴及部分芸香科則是兩種蠅類之共同寄主。

(3) **雄性誘引劑之差異**：瓜實蠅之雄性誘引劑為**克蠅** (Cuelure，IUPAC Name : p-(3-oxobutyl)phenyl acetate)，東方果實蠅則是**甲基丁香油** (Methyl eugenol，IUPAC Name：4-allyl-1,2-dimethoxybenzene) (如圖 2-1)。

(4) **生態環境**：瓜實蠅喜好棲息於草本科之植物，環境上屬草原生態系；東方果實蠅則是木本科之灌木，環境上屬森林生態系。

圖 2-1、瓜實蠅(左)及東方果實蠅(右)成蟲外觀

2. 防治技術簡介

因其賴以為食及繁衍之果實終年存在，加上孵化後的幼蟲潛伏在果肉內蛀食危害，單純依賴藥劑防治田間雌蟲，不易有效減少幼蟲對作物的危害。因此，針對瓜實蠅族群生態特性，採取適當防治技術，是為防治瓜實蠅最佳策略。根據國內外有關瓜實蠅防治技術成功實例報導，以滅雄法 (male annihilation) 及食物誘餌 (food bait) 最為常用，此類誘殺技術效果穩定，所用資材取得容易且成本低廉。使用之方式係依照瓜實蠅行為生態特性加以研發，茲分述如下：

(一)、滅雄法：

早期研究報導指出已達性成熟雄蟲易被誘引物質克蠅 (Cuelure) 強烈誘引，搭配農藥而製成的(1)含毒克蠅或(2)甲基丁香油、克蠅混合之誘殺劑，為世界各國防除瓜實蠅所採用之滅雄方法 (Steiner, 1952)，日本曾在沖繩群島採用空中投放及地面懸掛含毒克蠅誘殺板 (4.5 W x4.5 L x0.9 H cm)，持續防治近 3 年之後，再運用不孕性技術滅絕該地區的瓜實蠅 (Chu *et al*., 1989; Lloyd and Kopittke, 1998)。

瓜實蠅雄成蟲性成熟後，觸角內化學接受器 (Chemical receptor) 對於克蠅化學分子極為敏銳，雄成蟲藉此定位取食含有農藥之克蠅後造成死亡，雄蟲被大量撲殺後，雌成蟲與雄蟲交尾機會降低，子代無法順利繁衍，族群密度無法增加，而達到降低瓜實蠅族群之防治目標。此技術由於壓制族群密度效果明顯，不但符合經濟效益，且廣為國際上防治瓜實蠅時所採用。國內為有效降低瓜實蠅危害，推廣應用含毒克蠅之滅雄防治方法，指導農民於栽培地區懸掛，進行誘殺雄蟲之工作，減少雌蟲交尾機會，進而達到控制瓜實蠅發生密度之目的，以減輕其為害壓力。此技術在於誘殺雄蟲，

故誘殺時機是為關鍵，於開花期前應開始採用此技術防治，若能持續且同步搭配食物誘殺進行更佳，族群密度高時進行滅雄誘殺，效果不易彰顯。

(二)食物誘殺：

成蟲為延續生存及繁衍後代，亟須從自然界攝取食物，以獲得營養，尤其蛋白質之攝取更為雌蟲生殖產卵所必需，利用此特性，採用蛋白質水解物誘殺雌成蟲為防治瓜實蠅重要技術之一，惟此類食物誘餌持效短且誘引距離近，於族群密度驟升或作物結果期，密集點噴添加農藥之蛋白質水解物(或糖蜜)或目前市售蛋白質水解物或酵母水解物(如圖 2-2)皆可誘引成蟲取食，可增加防治涵蓋範圍。市售蛋白質水解物濃餌劑含 0.02%賜諾殺，已添加低毒性生物製劑能夠直接毒殺成蟲，無須搭配容器，直接噴施即可發揮防治效果。若被雨水沖刷，應儘速重噴。另可調配較濃比例塗於遮蔽容器內，防止雨水沖刷，增加誘殺效能。

圖 2-2、以點噴或懸掛賜諾殺濃餌劑方式防除成蟲

瓜實蠅區域整合性蟲害管理防治技術以食物誘餌(food bait)及滅雄法(male annihilation)最為常用，目前已容易取得且成本合理的防治技術分述如下：

一、食物誘餌 (滅雌)：

為加強「瓜園內」瓜實蠅雌蠅之誘殺，可將誘餌稀釋液點噴在作物莖部或老葉、水泥柱或噴於傘式誘殺器內，亦可噴在陷阱作物上，減少產卵危害。其施用方式可分為：

(一)中長距離誘殺：

1. **0.02%賜諾殺濃餌劑**：餌劑置噴霧桶內以水稀釋8~10 倍 (賜諾殺：水=1：7~9)，將噴霧頭調至最大孔，以水柱狀點噴，每間隔5-10 公尺噴一處(約5 c.c.)，7-10 天施用1次。點噴時由下朝上噴於葉背，每公頃使用稀釋藥液約0.6-2 公升，若被雨水沖刷，應儘速重噴。

2. **其他含毒蛋白質水解物/糖蜜之配製方法**

以配製10 公升誘餌為例：據國內外技術報導，配製蛋白質水解物時添加硼砂提高pH值，可提高誘引能力及延長誘殺時效，每公頃用量2~4公升，點噴於果樹或瓜實蠅棲息樹木上，田間試驗效果極佳。配置方法如下：

(1)量取9 公升清水加入500 克硼砂 (Borax)，攪拌至硼砂完全溶解。

(2)倒入750 c.c.蛋白質水解物原液或糖蜜，加入約10 公克氫氧化鈉(NaOH)將酸鹼值調至9.2(強鹼可加速食物誘餌分解，有加強誘殺及較持久的功效)。

(3)攪拌均勻後，加入25%馬拉松可濕性粉劑100公克，或其他植保手冊推薦農藥。

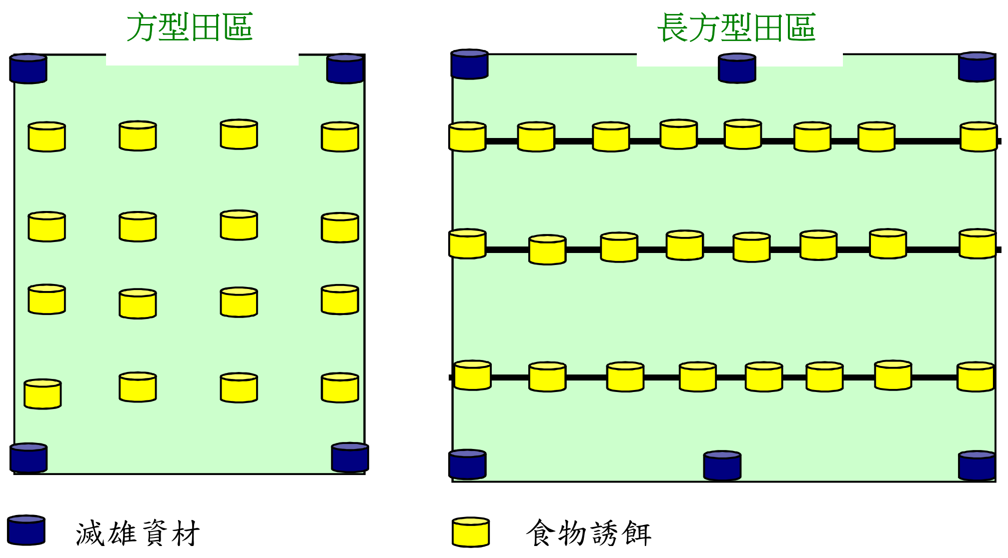
(二)短距離誘殺：

酵母錠(Torula yeast)為國外用於偵測瓜實蠅類雌蟲密度之資材，應用於防治工作亦屬可行。經實地測試，有效誘引距離短，配合誘蟲盒無需添加殺蟲劑即可大量誘殺雌蠅，田間持效超過一個月，亦可誘得雄蟲。使用時於麥式誘蟲器內放入2個酵母錠 (或其他類似餌劑，加水400cc，每分地掛10組，1個月後更換一次，須定期加水及移除盒內死蟲。其使用方法為：塑膠麥式誘蟲盒裝『400cc清水』，加入『2粒錠劑』。因田間高溫水份蒸散快，每7~10天需加水一次，維持液面在高水位。誘蟲數多時應每週清除死蟲一次，以免誘效變差。誘蟲盒懸掛於園內陰涼處(葉片遮蔭佳)，另強化懸掛於園區外瓜實蠅喜愛棲息處(玉米、蓖麻、朱槿、構樹、香蕉、破布子、甘蔗園、竹林、雜樹林及灌木等)，可增加防治效果。

使用時機：開花期至採收末期，特別針對園外棲息地先行誘殺。

注意事項：每分地10個(間隔約10公尺)，均勻設置，每個月更換一次誘引劑，同時更換『水』及『錠劑』；當誘蟲盒內出現大量蠅類與發臭時應將其清洗乾淨，避免酵母錠加速腐臭。

誘蟲盒田間設置範例如下：(參考用)



(三)陷阱作物(trap crop)誘殺：瓜實蠅於清晨及下午進入瓜園產卵，其他時間多棲息在「瓜園外」陰涼處之植株上，可於其棲息處噴灑食物誘餌加強誘殺。

(四)各種瓜果作物施用方式

針對洋香瓜、絲瓜、苦瓜及西瓜等不同栽培模式(如圖2-3)，誘殺重點如下：

(1).隧道式栽培：於隧道兩端及中段處，栽種陷阱作物或邊界作物 (玉米等高莖作物)，每7-10 天點噴1次食物誘餌在這類作物上；瓜類作物區因缺乏遮蔽，瓜實蠅通常只在產卵時進入瓜田，且僅危害幼果，其他時間多棲息於遠處的雜林及草叢。在遠處雜林(榕樹、構樹、黃槿、朱槿、篦麻、破布子、香蕉、甘蔗、竹林等)及近距離之灌木、草叢，懸掛或點噴食物誘餌，利用「雙重緩衝區」加強雌蠅的誘殺，若無適當陷阱作物，可直接將食物誘餌點噴於畦邊雜草叢。亦可將誘餌稀釋液噴於塑膠布內或老葉上，5-10 公尺噴1 點。另外可利用尼龍網或種植玉米等棲息作物形成圍籬，5-7天點噴

食物性誘餌於圍籬上，可阻絕瓜實蠅進入瓜園危害。

(2).棚架式瓜果類：於瓜園內種植茄科及葫蘆科作物如甜椒等 2-4 處作為棲息作物，或固定間格懸掛遮雨式陷阱，每週噴灑食物誘餌在棲息作物或陷阱上。因棚架遮蔭較佳，瓜實蠅進入後喜棲息於園內，連續採收及採收期較長之瓜果類，常因農民忙於採收而疏於防治，中後期被害率極高。可於週邊作物加強誘殺，或於瓜園附近種植玉米、蓖麻或朱槿等棲息作物，定期施用食物誘餌誘殺成蠅，減少危害。

(3).露地栽培之瓜果：定植前2-3 週於瓜園周圍種植陷阱作物(玉米或高粱等高莖作物)，定期噴灑稀釋10倍之食物誘餌進行誘殺。生長期較長的瓜類，可於定植後1個月再種一行具避風作用之邊界作物 (border plant)，以酵母錠等食物誘餌誘殺雌蟲。

圖 2-3、幾種瓜類作物栽培方式(隧道棚架、隧道式、棚架式及露地)

二、 **大面積滅雄：**

利用含毒誘引劑控制雄成蠅之族群數量，減少與雌蟲交尾機會，實施方式建議可分為。

1.每公頃使用含甲基丁香油、克蠅及乃力松之藥液(克蠅香)，每期作更換3-4 次。於開花期開始懸掛於陰涼通風處，設置高度 50-100公分，必要時於防治區外圍建立帶狀緩衝區，降低對瓜果之直接危害。或搭配使用使用長效型誘殺器，配合誘蟲器每公頃懸掛 4-6 處，半年更換1 次。

2.噴霧式黏膠：市售噴霧黏膠內含雄性誘引劑可誘殺雄蟲，因噴出物呈黃色，有時可誘引到雌蟲，惟數量不多。

三、 **耕作防治**：為防止受害瓜內之瓜實蠅幼蟲完成發育持續為害，務必清除被害瓜果。清園方式：

1.小型瓜類：被害果一律掩埋，深度至少45公分，或集中於垃圾袋/含蓋回收桶內，定期銷毀或作為堆肥。

2. 中大型瓜類：體積大難移除者，可將瓜踩爛避免幼蟲繼續繁殖；或集中於一處，定期點噴誘餌於瓜果上以誘殺成蠅。

四、 **化學防治**：目前依據植保手冊推薦，可使用於瓜實蠅防治的農藥有25%馬拉松及0.02%賜諾殺濃餌劑，詳細施用方式如上述防治技術說明。

五、 **生物防治**：光復前即有日本研究人員發表的採集報告，報導瓜實蠅之幼蟲寄生蜂*Psyttalia (Opius) fletcheri*。美國夏威夷州曾經大量釋放該寄生蜂於田間，配合誘殺劑綜合防治瓜實蠅，防治效果良好，我國苗栗區農業改良場天敵防治中心正著手開發寄生蜂大量繁殖技術，作為天敵進行生物防治用(如圖2-4)。

圖 2-4、田間發現幼蟲寄生蜂於受害果中寄生瓜實蠅幼蟲

六、 物理防治：隧道式栽培可阻絕瓜實蠅侵入危害，利用黑色內襯厚牛皮紙袋或全黑色不織布紙袋，除防止瓜實蠅危害外，對苦瓜果實著色也有增強作用。另於棚架栽培管理模式時，施用黃色黏紙可以有效控制園內危害之成蟲，減低果實被害機率(如圖 2-5)。

圖 2-5、以耕作、套袋或黃色黏紙等物理方法防治瓜實蠅

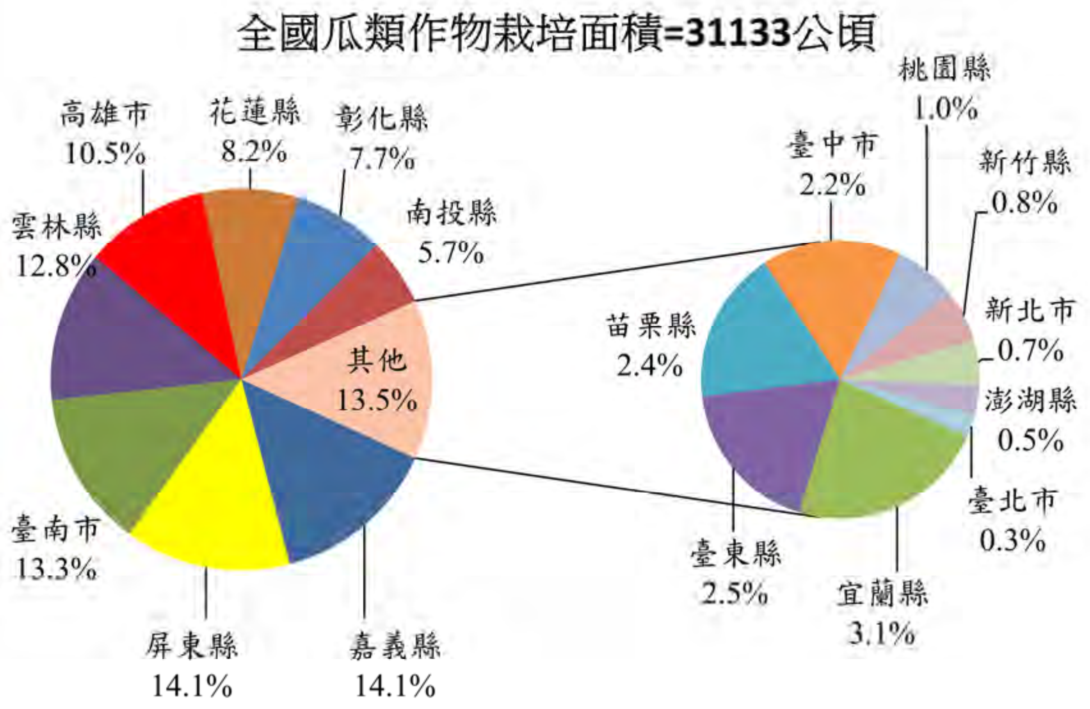
結論

瓜實蠅防治技術除了落實「清園」、「誘雄」及「食物誘殺雌蠅」三項防治守則外，宜依瓜實蠅喜低飛性及偏好棲息於棲息植物(roosting plant)或遮蔭處之特性，加強瓜園內外誘殺，減少瓜實蠅進入瓜田的機會。栽種不同瓜類時，可以利用瓜實蠅偏好棲息特性加強誘殺，搭配長效食物誘餌裝置防治效果極佳。在國外瓜實蠅的防治以大面積的區域防治觀念為主軸，面積可達數百至數千公頃以上，經由地區群體整合、妥善利用防治資材進行共同防治，始可成功防治瓜實蠅。在台灣，最大難題為農友各自為政，沒有共同防治的觀念，致使防治工作事倍功半，許多防治死角仍需要靠農民共同消除，應採取「共同防治」策略，善用有效資材，以發揮最大的防治效果。

三、瓜實蠅危害高風險地區之分析

台灣瓜類作物栽培面積達31,133公頃，年度總產值達101億，優良之農業管理技術，有助提升農產品競爭力(如圖3-1)。依瓜類作物特性簡單分成為瓜果類(西瓜、香瓜及洋香瓜)栽培面積約17,493公頃，佔全國栽培面積56.2%，總產值達57.3億（100年農業產銷年報），另瓜菜類（苦瓜、絲瓜、南瓜、小黃瓜），由於氣候條件、地理環境及作物品種特性適合栽培，終年均有瓜類作物生產，亦因此提供了病蟲害危害之風險。栽培管理方式區分為露地栽培、棚架栽培及隧道式栽培管理等方式，除近年瓜類流行性病害外，瓜實蠅實為瓜類生產時最為關鍵之害蟲，因此掌握瓜類栽培區分布及定期監測瓜實蠅地區性族群動態，有助於栽培管理上之蟲害管制措施。

本章節分就瓜類栽培面積及地區特性，評估地區性栽培時所面臨瓜實蠅為害之風險及潛在地理分布(圖 3-2)，提供生產栽培區農民或管理人員防治上之參考，另外亦列舉農試所多年來於瓜類生產專區設置瓜實蠅監測點，長期監測收集歷史調查資料，提供瓜實蠅全年密度發生動態，作為地區性栽培區擬訂蟲害管理措施之參考。



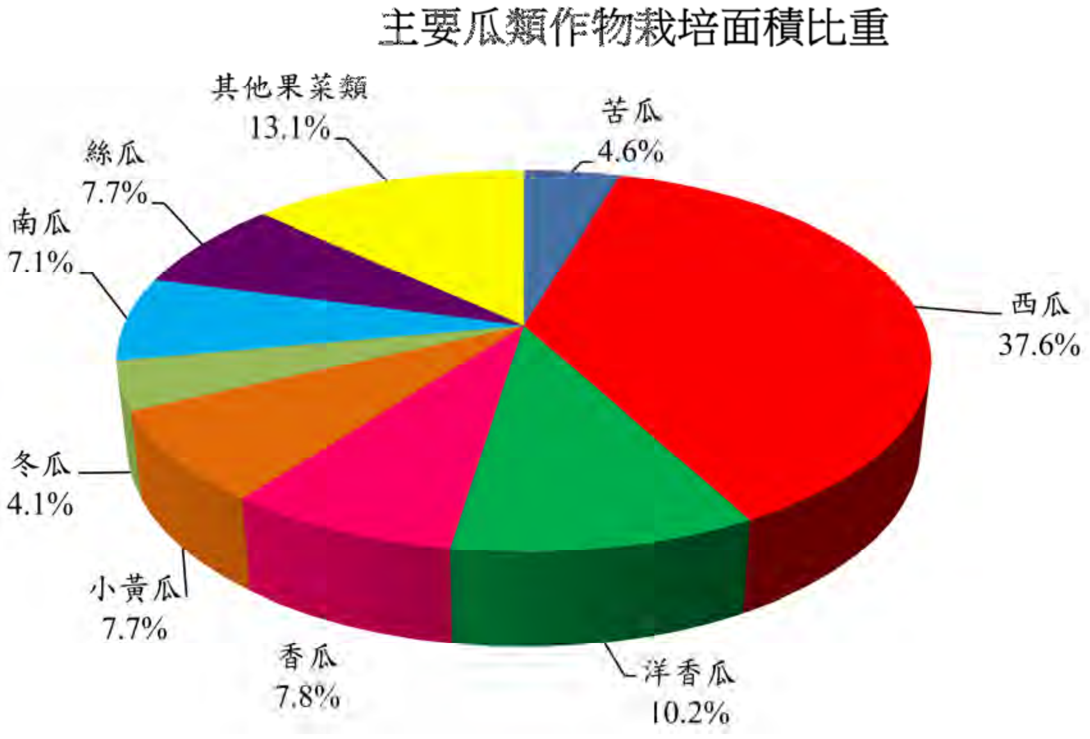


圖 3-1 全國瓜類作物栽培面積分布圖

圖 3-2. 瓜實蠅在台灣之潛在地理分布

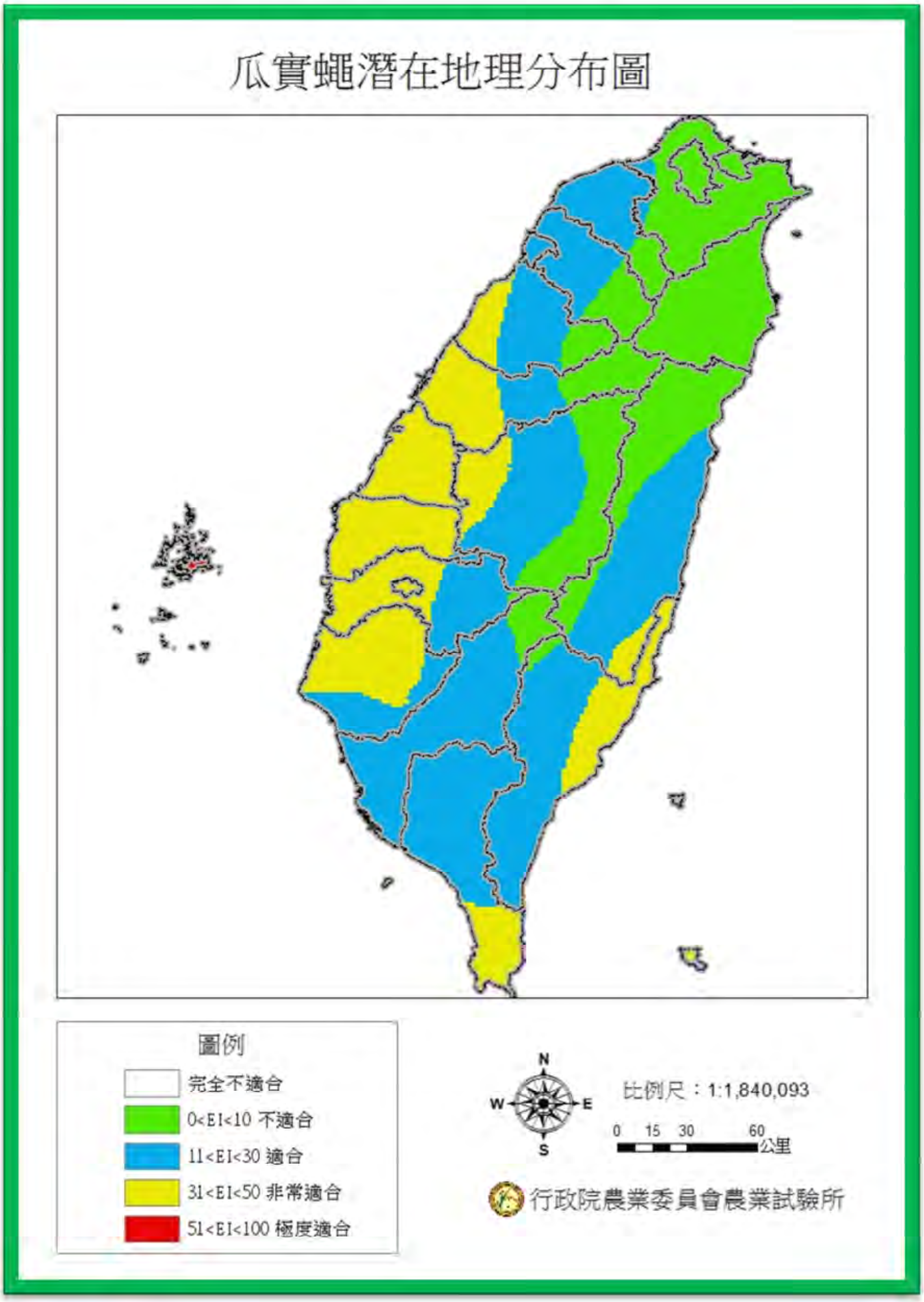


圖 3-2. 瓜實蠅在台灣之潛在地理分布

一、 依瓜果作物種類及栽培面積區分瓜實蠅危害風險區

1. 西瓜:

高風險地區：花蓮縣、台南市、雲林縣、

中高風險地區：嘉義縣、宜蘭縣(壯圍、南澳)、屏東縣、彰化縣

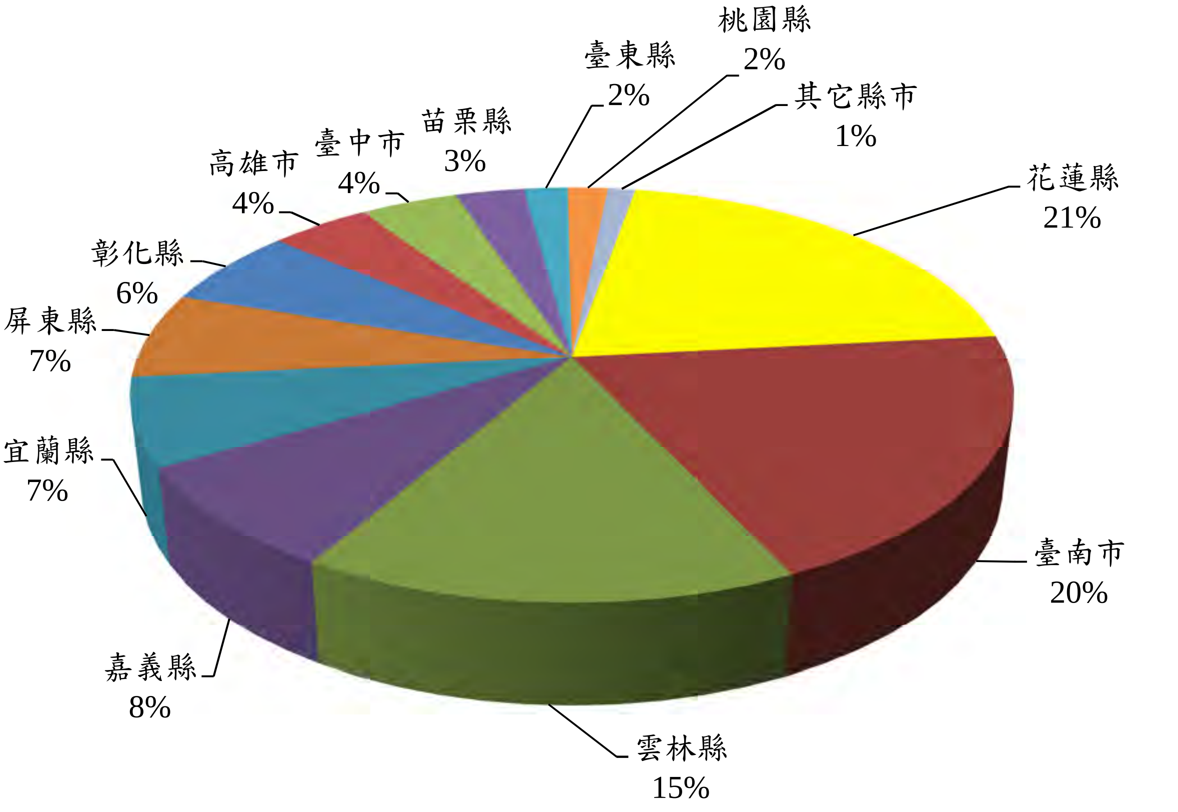


圖 3-3. 易受瓜實蠅為害風險之西瓜栽培區分布

2. 苦瓜：

高風險地區：屏東縣、彰化縣、高雄市、嘉義縣

中高風險地區：南投縣、苗栗縣、雲林縣

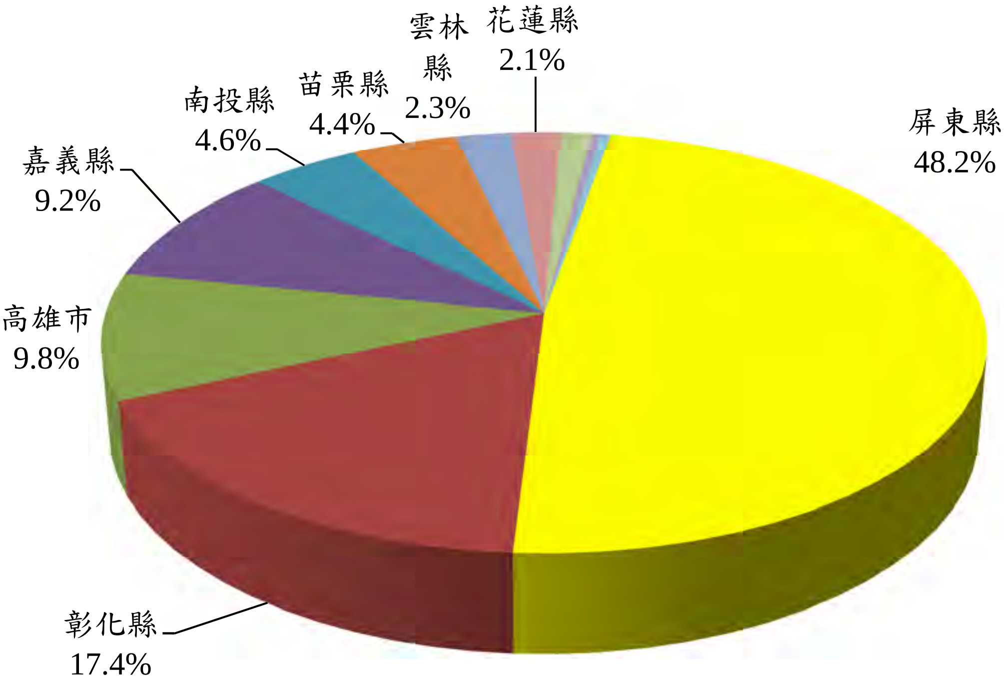


圖 3-4. 易受瓜實蠅為害風險之苦瓜栽培區分布

3. 洋香瓜及香瓜：

高風險地區：台南市、嘉義縣、高雄市、雲林縣、屏東縣

中高風險地區：彰化縣、苗栗縣、宜蘭縣(壯圍、南澳)

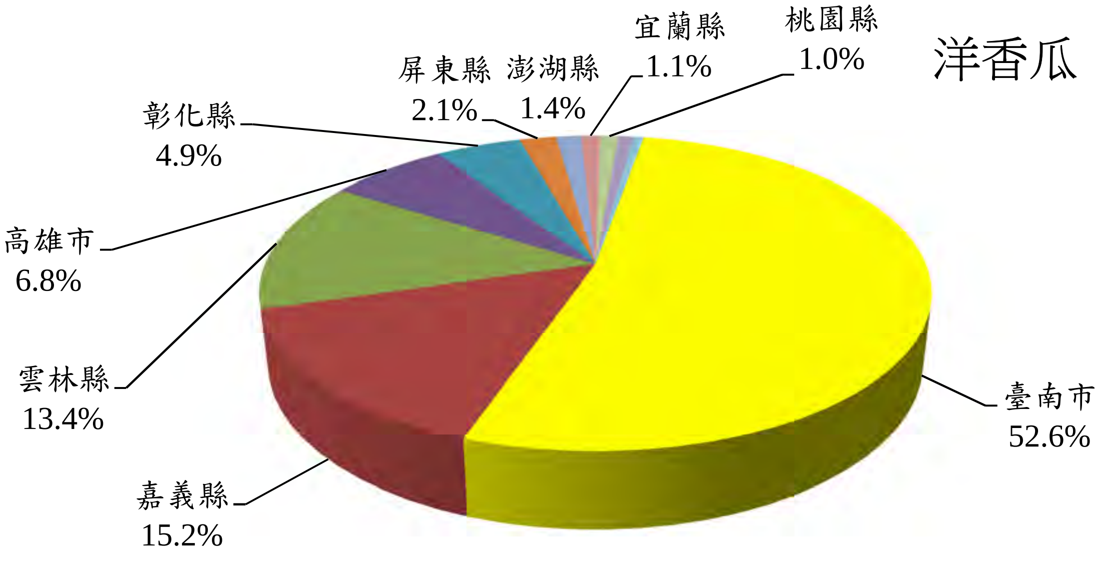


圖 3-5. 易受瓜實蠅為害風險之洋香瓜栽培區分布

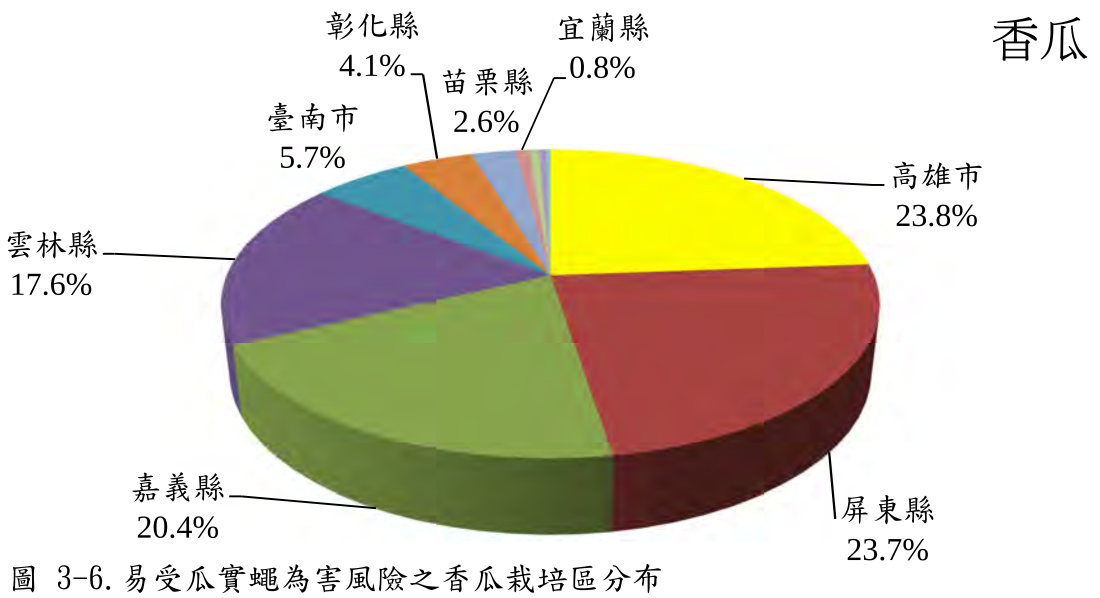


圖 3-6. 易受瓜實蠅為害風險之香瓜栽培區分布

4. 小黃瓜：

高風險地區：屏東縣、高雄市、雲林縣

中高風險地區：彰化縣、嘉義縣、南投縣、台南市

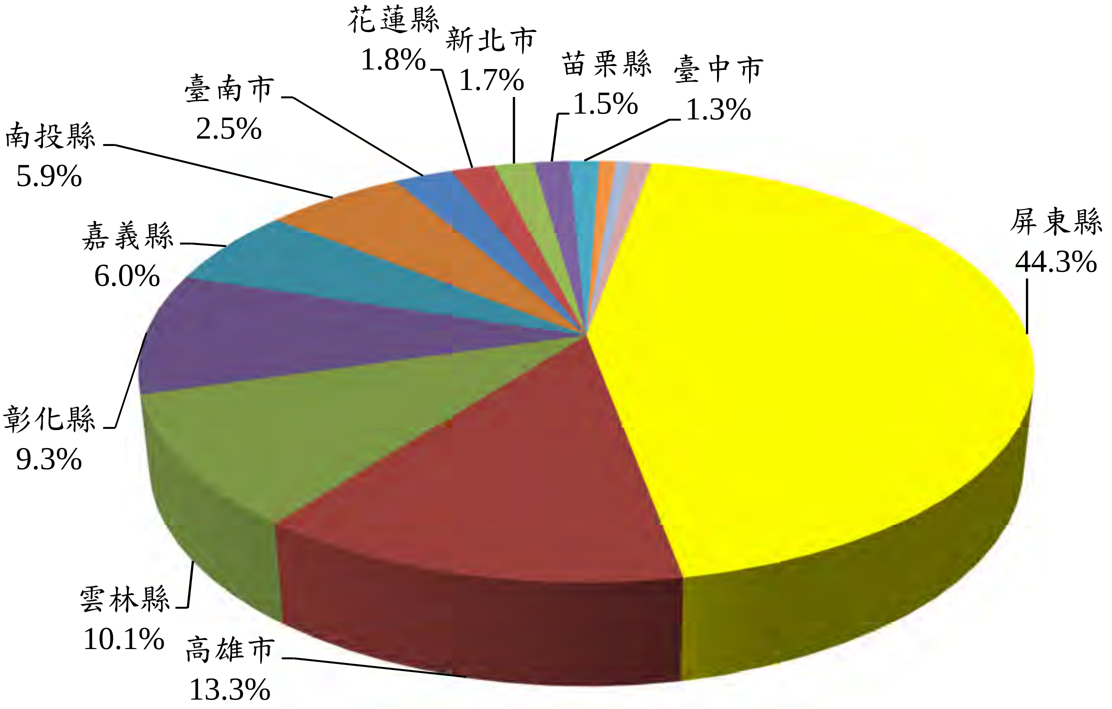


圖 3-7. 易受瓜實蠅為害風險之小黃瓜栽培區分布

5. 絲瓜：

高風險地區：屏東縣、南投縣、雲林縣、高雄市、台南市

中高風險地區：嘉義縣、彰化縣、新北市

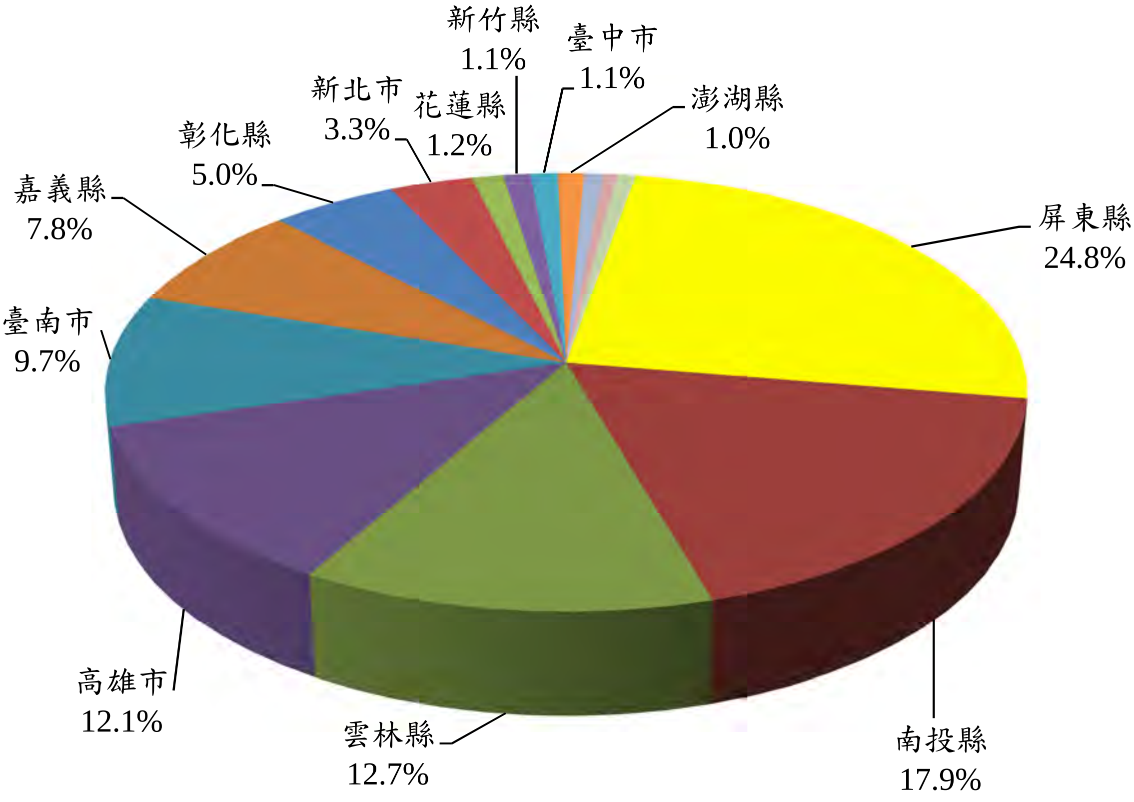


圖 3-8. 易受瓜實蠅為害風險之絲瓜栽培區分布

6. 南瓜：

高風險地區：嘉義縣、花蓮縣、台東縣、屏東縣、雲林縣

中高風險地區：台南市、高雄市、彰化縣、南投縣

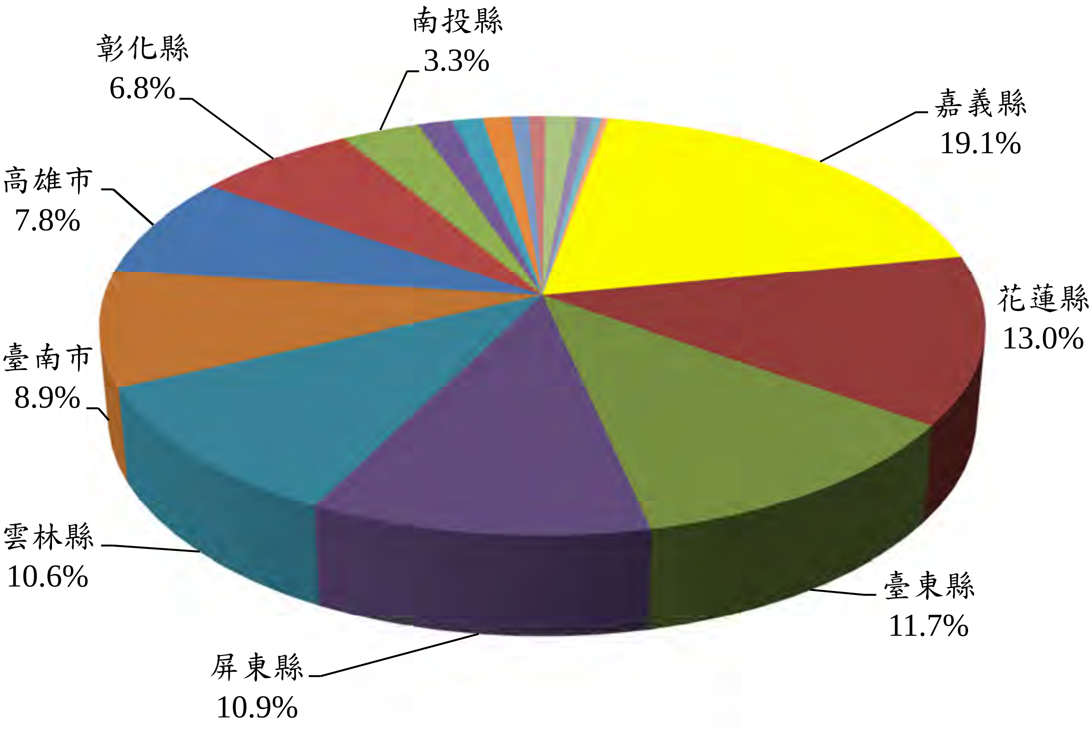


圖 3-9. 易受瓜實蠅為害風險之南瓜栽培區分布

7. 冬瓜：

高風險地區：彰化縣、屏東縣、花蓮縣、台中市

中高風險地區：台東縣、苗栗縣、新北市、嘉義縣、高雄市

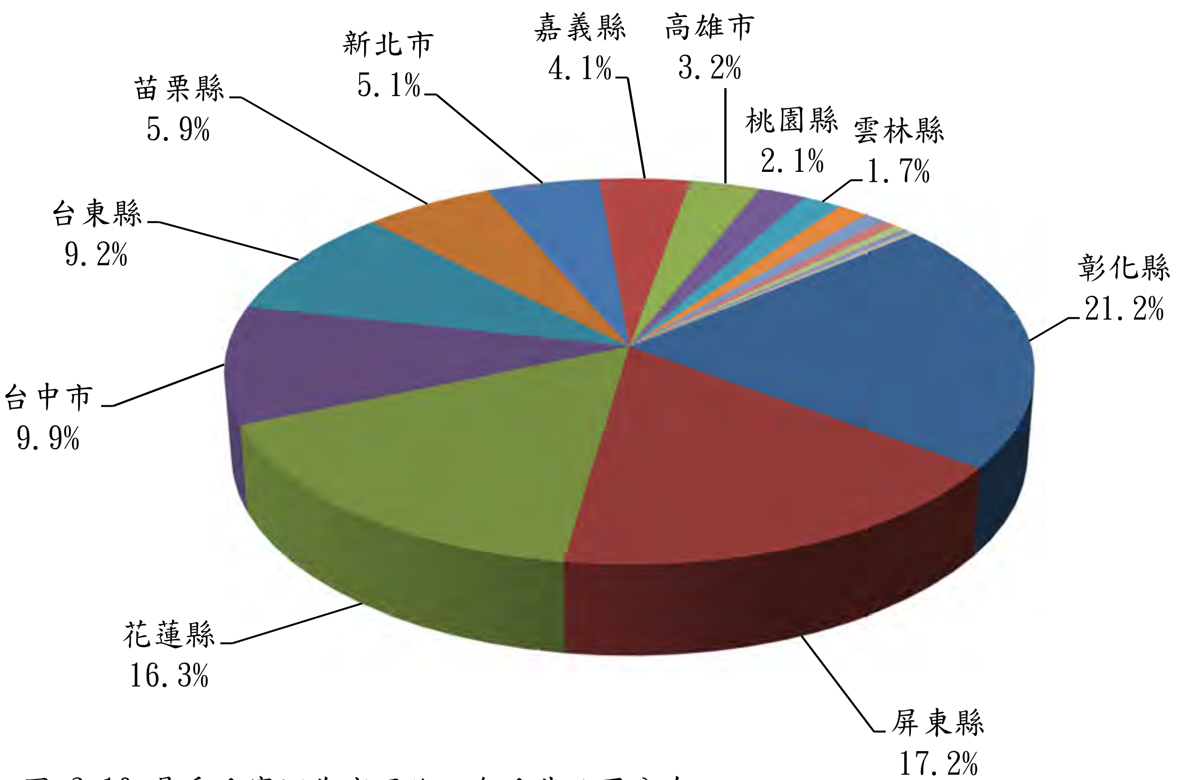


圖 3-10.易受瓜實蠅為害風險之冬瓜栽培區分布

二. 依生產專區內其瓜實蠅族群動態區分

宜蘭縣 ：

壯圍鄉為宜蘭的主要瓜果類產區，以種植西瓜、香瓜及洋香瓜為主，此地區之瓜實蠅的族群密度於 5 月開始增加，在 7-8 月時達到最高峰，10 月之後密度降低。

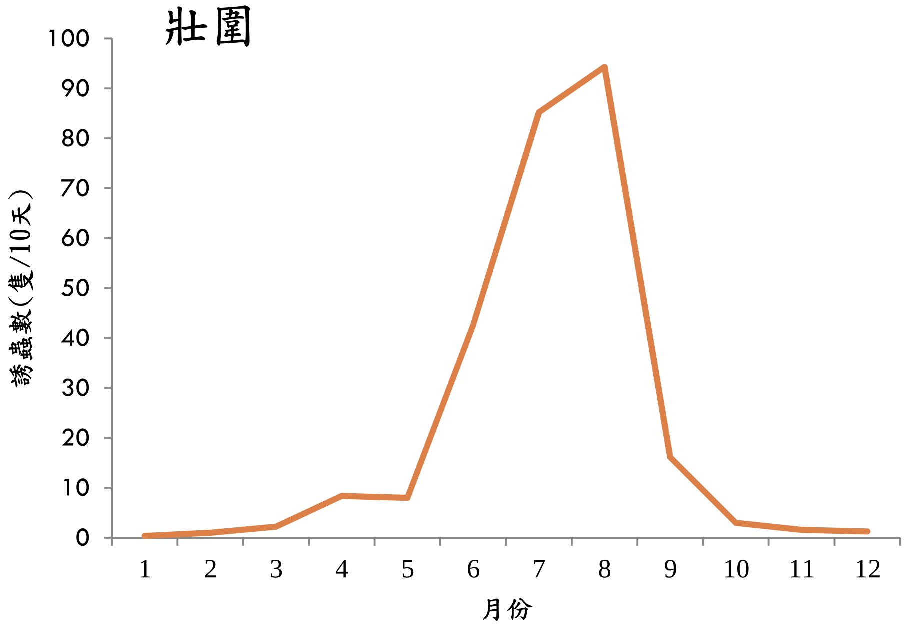


圖 3-11. 壯圍地區瓜實蠅密度變化趨勢

新竹縣 ：

新竹縣的主要瓜類產區於峨眉地區，該區的瓜實蠅族群密度自 5 月份至 9 月份皆為高峰期，惟冬季時密度較低。

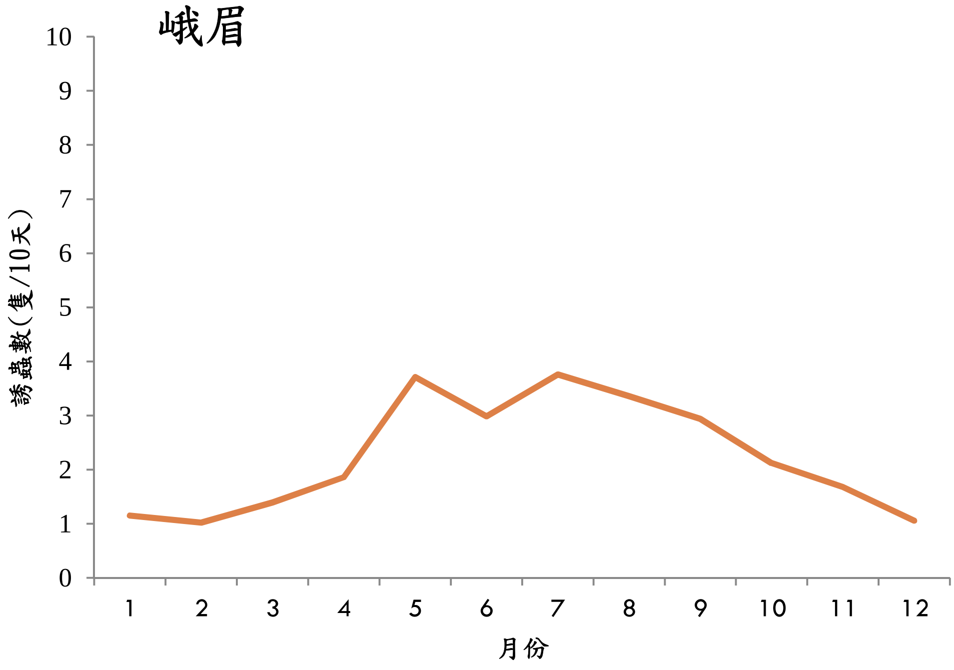
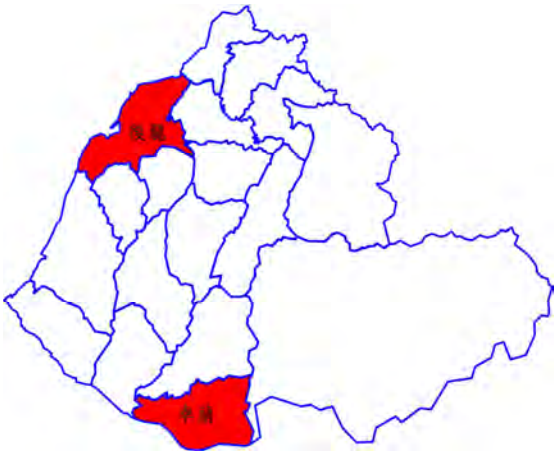


圖 3-12. 峨眉地區瓜實蠅密度變化趨勢

苗栗縣：

後龍地區及卓蘭地區為苗栗縣兩大瓜果類生產專區。後龍鎮的種植作物主要以西瓜為主，其瓜實蠅之族群密度於 6-7 月最高，8 月之後則漸漸趨緩；卓蘭鎮主要種植的瓜類為苦瓜及南瓜，而該區瓜實蠅族群的高峰期則位於 8-11 月。



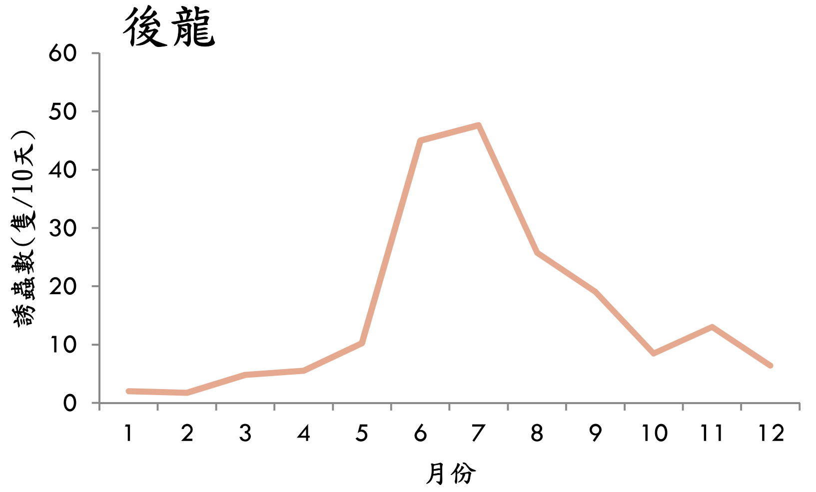


圖 3-13. 後龍地區瓜實蠅密度變化趨勢

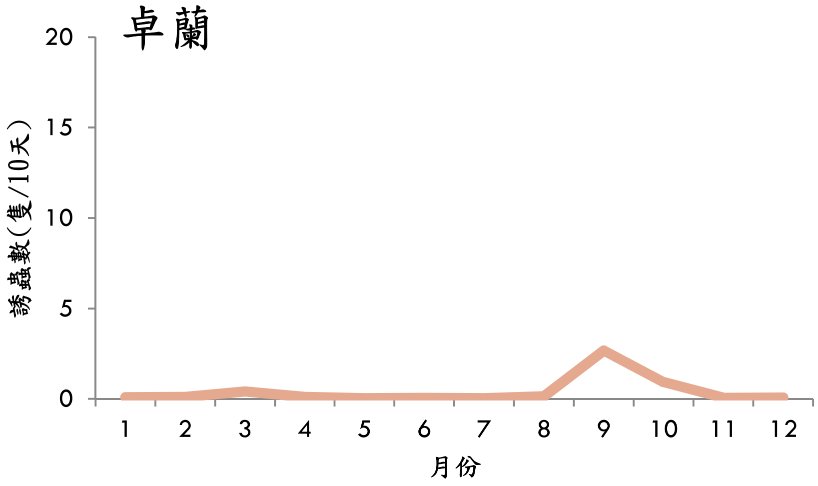


圖 3-14. 卓蘭地區瓜實蠅密度變化趨勢

彰化縣：

北斗鎮及員林鎮為彰化縣主要的瓜果類產區，該區之瓜實蠅族群密度高峰期自 4 月份持續至 9 月份，惟冬季時族群密度較低。

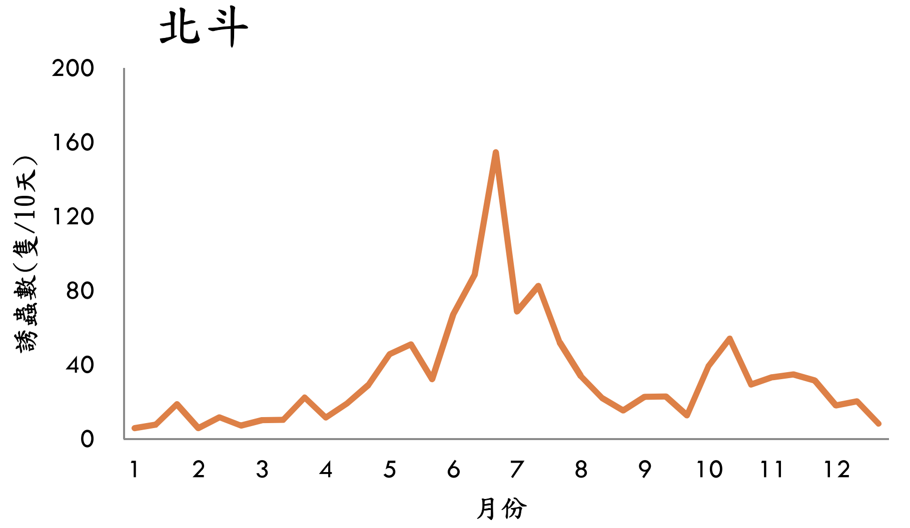


圖 3-15. 北斗地區瓜實蠅密度變化趨勢

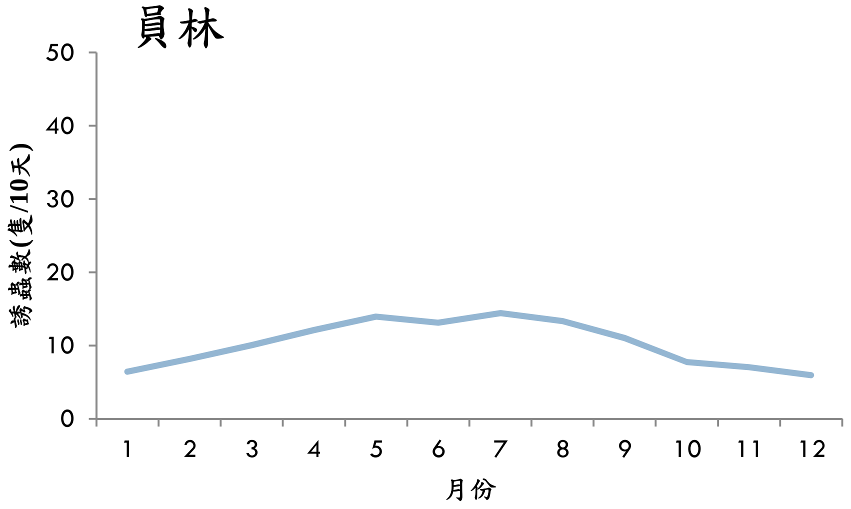


圖 3-16. 員林地區瓜實蠅密度變化趨勢

南投縣：

魚池鄉及埔里鎮栽培之瓜類作物以絲瓜為最大宗，其次為南瓜及苦瓜，該地區瓜實蠅之族群密度自 5 月份開始即進入高峰期，直至 11 月份才漸漸緩。

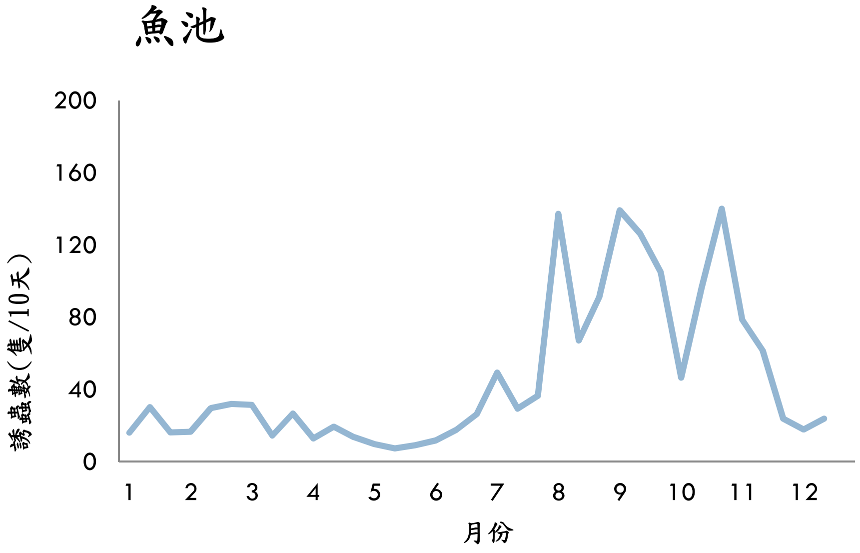


圖 3-17. 魚池地區瓜實蠅密度變化趨勢

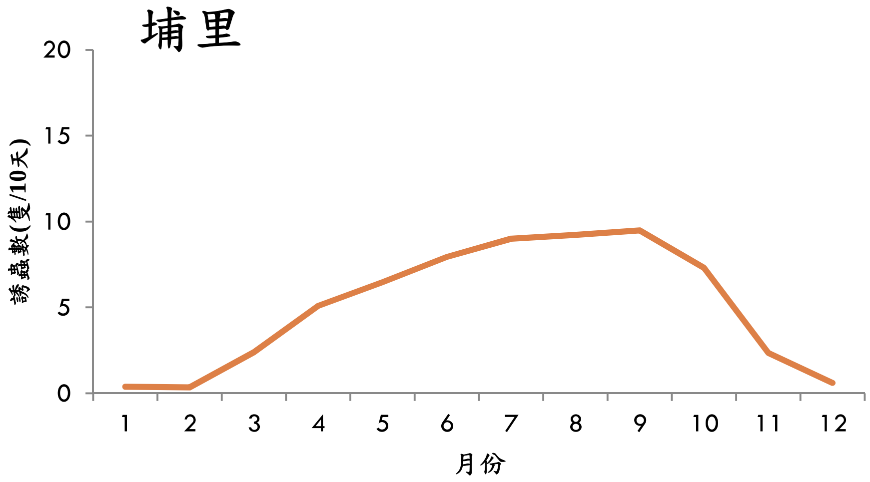
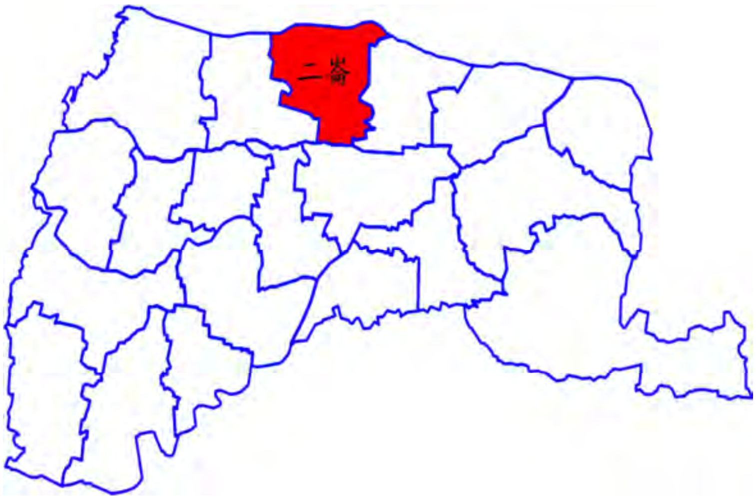


圖 3-18. 埔里地區瓜實蠅密度變化趨勢

雲林縣：

二崙鄉為雲林縣主要瓜類產區，種植作物以西瓜為主，其次為香瓜及洋香瓜，而該區之瓜實蠅密度自 3 月份即逐漸增加，在 7 月份達到最高峰，8 月之後則密度漸漸下降。



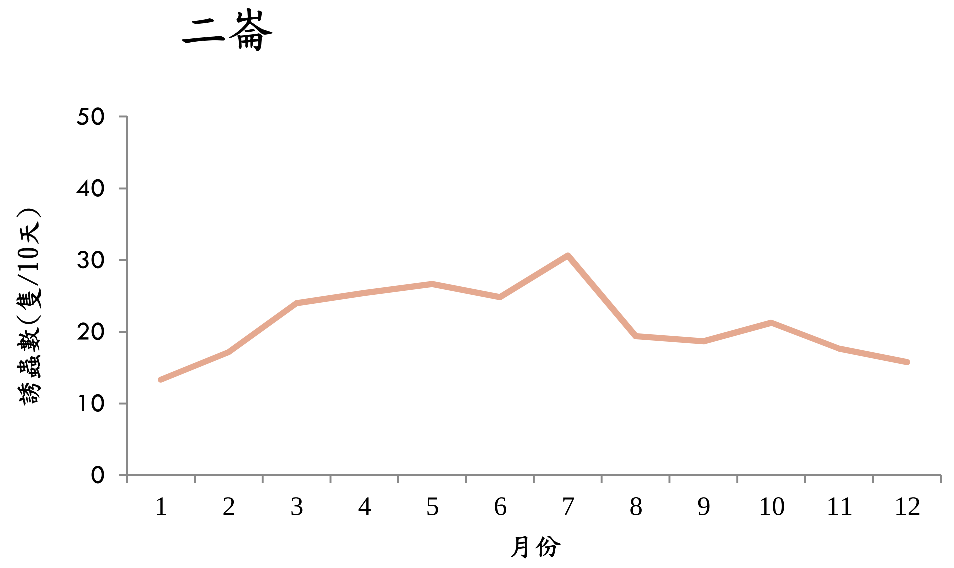


圖 3-19. 二崙地區瓜實蠅密度變化趨勢

嘉義縣：

嘉義縣義竹鄉種植的瓜類作物以西瓜及洋香瓜為主，而瓜實蠅族群動態密度在一年之中則有兩個高峰期，分別在 5 月份以及 12 月份。另中埔鄉則以絲瓜栽培為主，瓜實蠅密度則有兩個高峰期，分別在 3 月以及 7~8 月份。

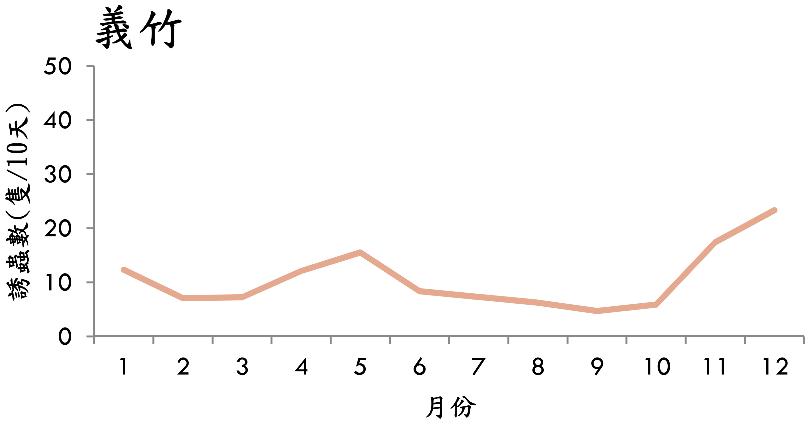


圖 3-20. 義竹地區瓜實蠅密度變化趨勢

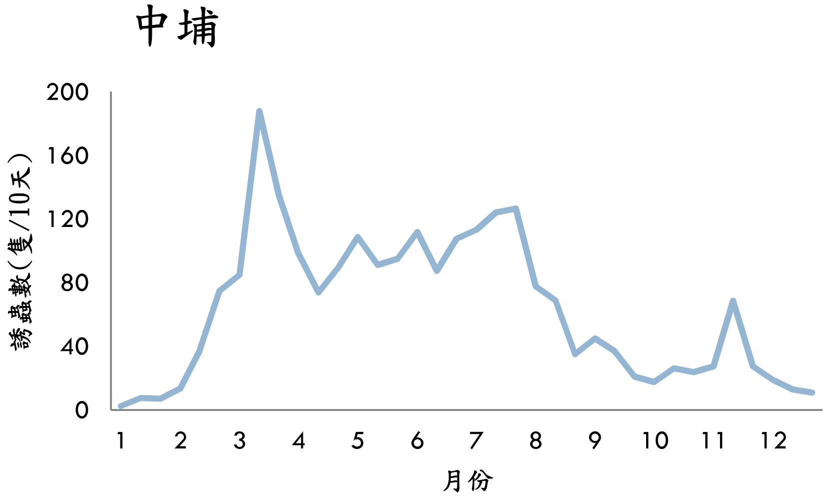
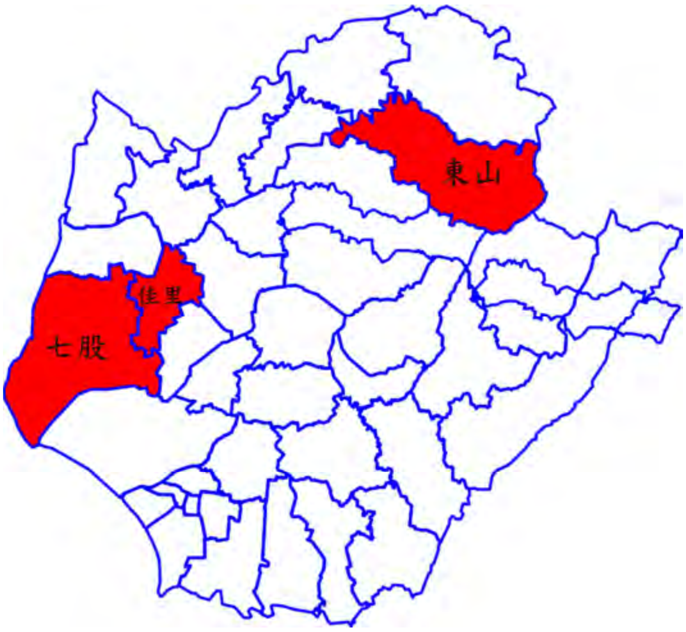


圖 3-21. 中埔地區瓜實蠅密度變化趨勢

台南市：

東山區、七股區及佳里區為台南主要的瓜果類產區，東山區主要作物為洋香瓜及絲瓜，其瓜實蠅密度高峰主要出現於冬季12-3月；七股區的瓜類作物則以洋香瓜為最大宗，而瓜實蠅族群密度自3月份開始漸漸增加，到5月到達最高峰，6月之後密度又漸漸趨緩；佳里區種植的瓜類作物以洋香瓜最多，其次為南瓜及西瓜，此區的瓜實蠅密度自3月至9月皆處於較高的階段，惟冬季時瓜實蠅密度較低。



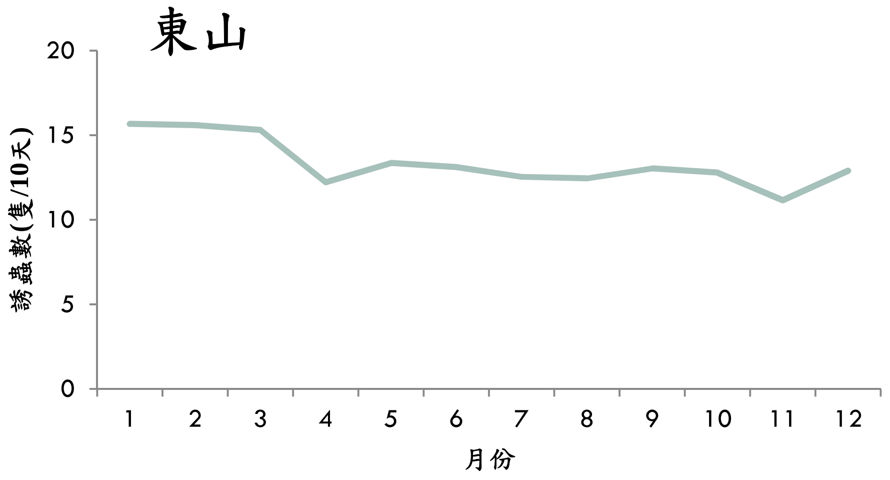


圖 3-22. 東山地區瓜實蠅密度變化趨勢

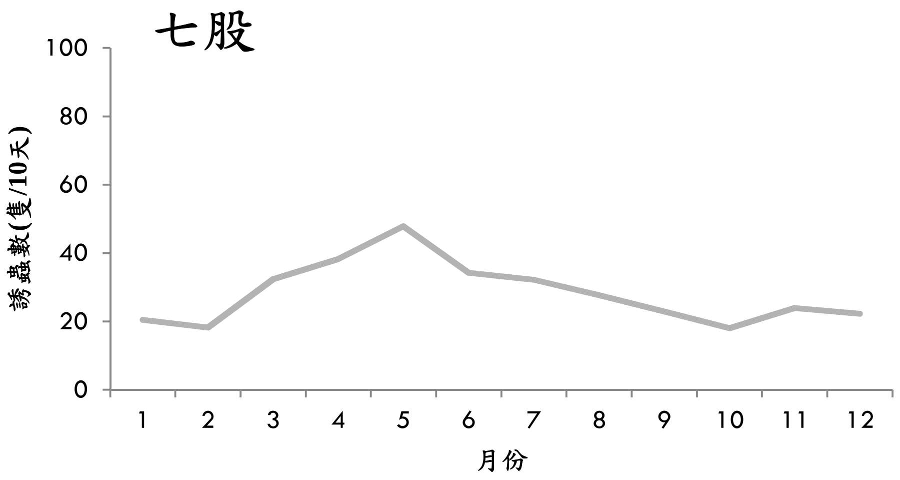


圖 3-23. 七股地區瓜實蠅密度變化趨勢

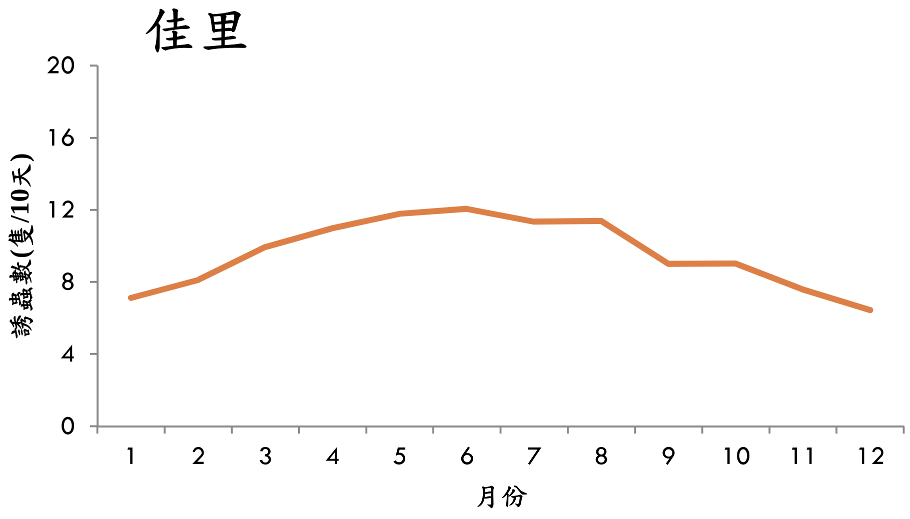


圖 3-24. 佳里地區瓜實蠅為害密度

高雄市：

大社區的主要瓜類作物以絲瓜為主，由於地處熱帶，全年皆為絲瓜產期，故此區之瓜實蠅族群密度較其他鄰近地區高，僅 5 月份及 12 月份時瓜實蠅密度稍低。

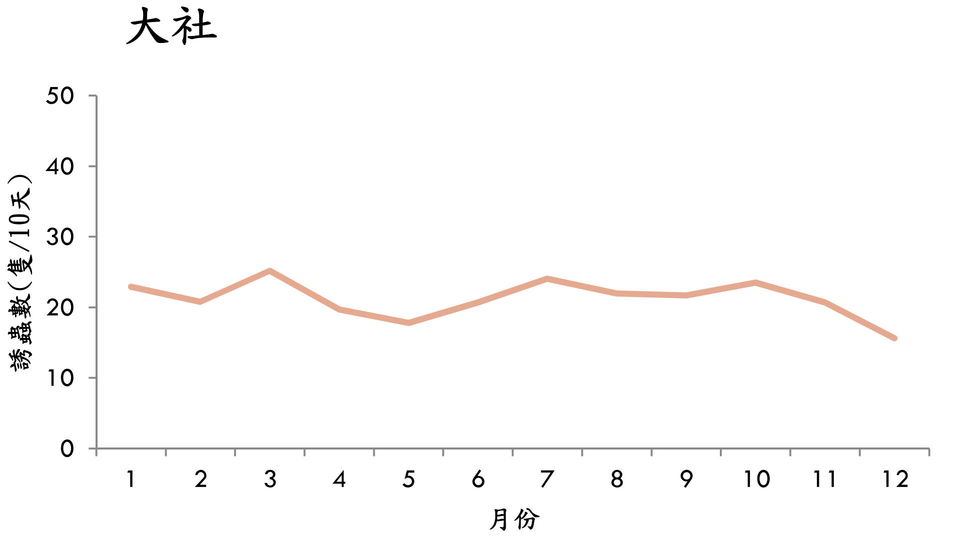


圖 3-25. 大社地區瓜實蠅密度變化趨勢

屏東縣：

屏東縣萬丹鄉主要瓜類作物為苦瓜，其餘如南瓜、香瓜、絲瓜、胡瓜及冬瓜的種植面積亦不少，此地區瓜實蠅族群密度之高峰期位於 3-6 月份，10-11 月份族群密度亦有些許增加。

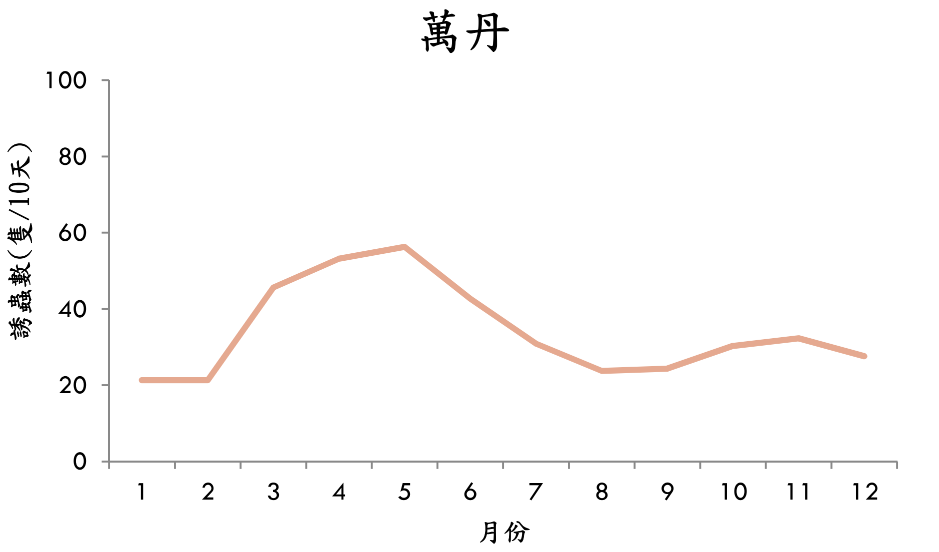
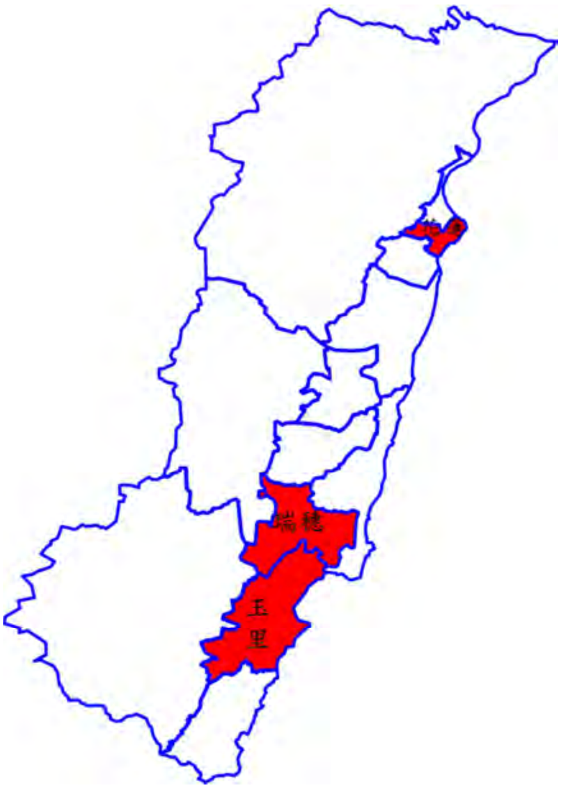


圖 3-26. 萬丹地區瓜實蠅密度變化趨勢

花蓮縣：

花蓮市、瑞穗鄉及玉里鎮為花蓮縣主要瓜果類產區，花蓮市種植的瓜類以南瓜為主，其瓜實蠅的族群密度高峰期出現於 6-8 月，之後趨於平緩，冬季時瓜實蠅密度較低；瑞穗鄉種植的主要瓜類亦為南瓜，其次為冬瓜及西瓜，該區瓜實蠅自 3 月份至 10 月份族群密度較高，冬季密度較低；玉里鎮種植之瓜類以西瓜為最大宗，此區之瓜實蠅族群密度一年有 3 個主要的高峰期，分別在 3-4 月，8 月及 10 月。



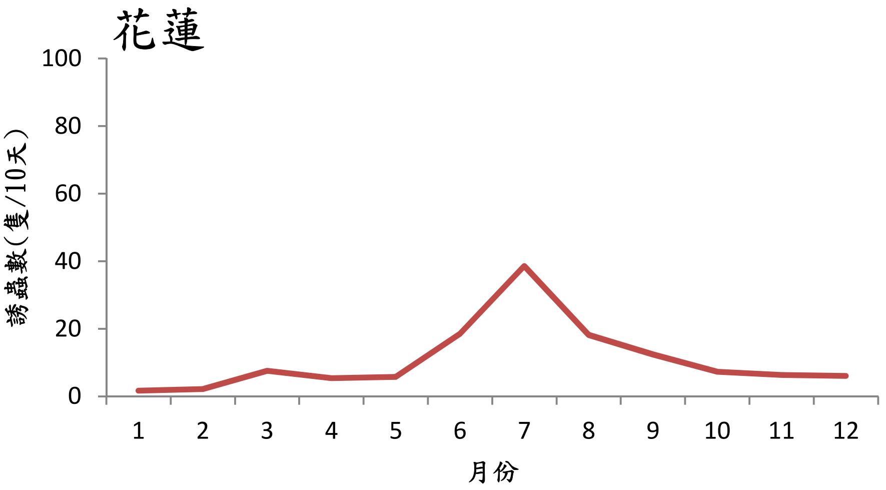


圖 3-27. 花蓮地區瓜實蠅密度變化趨勢

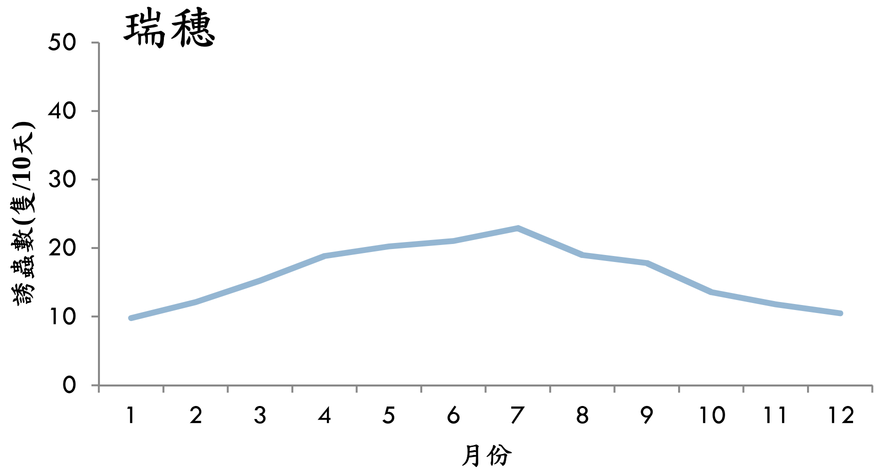


圖 3-28. 瑞穗地區瓜實蠅密度變化趨勢

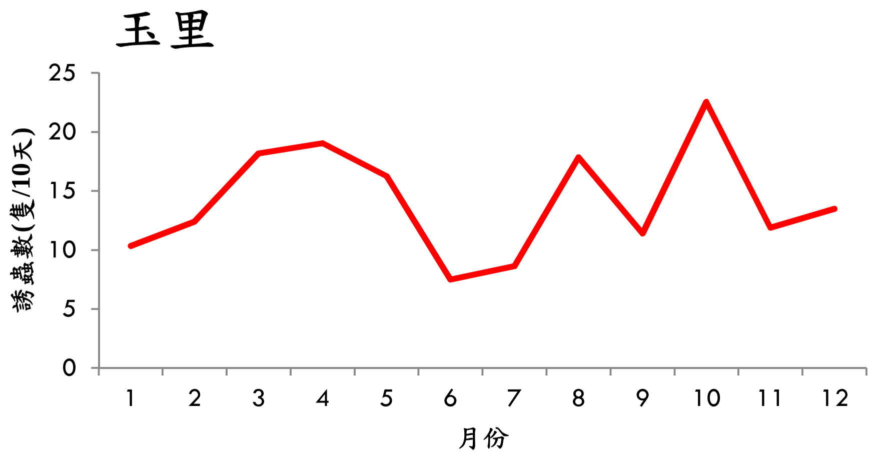


圖 3-29. 玉里地區瓜實蠅密度變化趨勢

澎湖：

主要栽培作物為洋香瓜、南瓜、絲瓜、越瓜及西瓜等類，其瓜實蠅的族群密度高峰期出現於 6-8 月，之後趨於平緩，冬季時瓜實蠅密度受到東北季風影響，可監測到數量偏低。

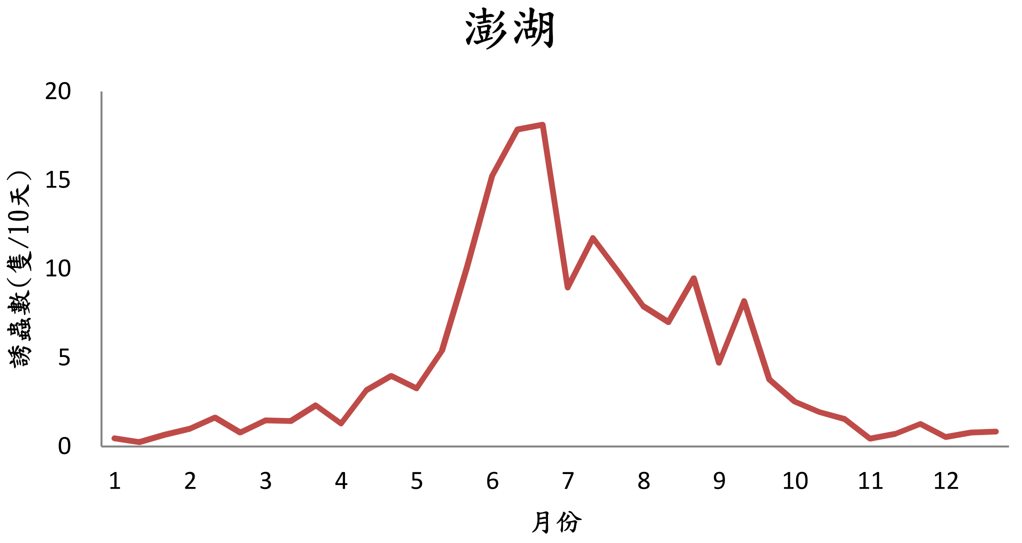


圖 3-30. 澎湖地區瓜實蠅密度變化趨勢

金門：

瓜果類均屬零星栽培，其瓜實蠅的族群密度高峰期出現於 8-9 月，之後趨於平緩，冬季時瓜實蠅密度較低。

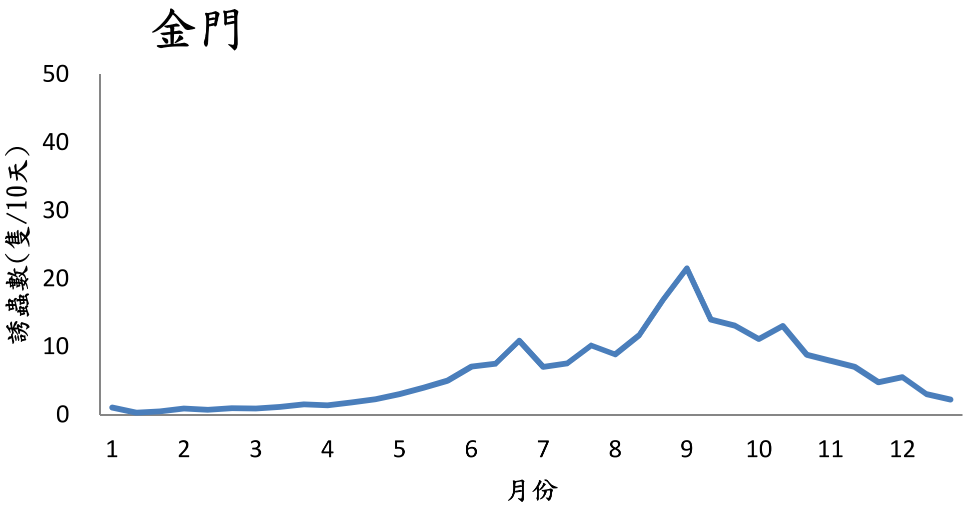


圖 3-31. 金門地區瓜實蠅為害密度

結論

依照瓜果類栽培區及瓜實蠅在台灣之潛在地理分布來看，主要瓜實蠅危害風險地區集中於西部及花東地區，由現行密度監測資料亦顯現此分布趨勢，本章節藉此提供了瓜實蠅全年度潛在危害時機，若結合各寄主植物之生長季節(圖 3-32)，對於發展瓜實蠅族群動態預測有很大助益。

圖 3-32. 瓜果生產季節攸關瓜實蠅族群變動

四、國內外防治技術及輔導防治範例

(一)、美國夏威夷州防治瓜實蠅之方式：

美國農業部(USDA)自 2000 年整合了 ARS (Agriculture Research Service,相當於農業試驗所)及夏威夷大學研究團隊，針對瓜實蠅實施區域防治整合性管理(AW-IPM)，採用了 1-2-3 (1-Field sanitation, 2-Food bait, 3-Male annihilation)防治策略，在 Hawaii、Maui 及 Oahu 等 3 島上之瓜類種植區約 551 公頃進行測試，有效降低瓜實蠅密度至 5~7(隻/ 陷阱/日)及危害率約 4%，並減少 90%農藥的使用，瓜農每公頃淨收益約 15893 美金。研究團隊並就境內地中海果實蠅 (*Ceratitis capitata*)及東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*) 之區域防治策略進行測試，研擬防治規範及推展國際合作 (Mau, *et al*., 2007)。

夏威夷農作經營區面積廣闊，農場土地的利用是採取分區使用的原則，收穫後將該田區殘株翻埋，暫時維持休耕狀態，採取不連續種植的模式。依照瓜實蠅成蟲的活動習性，瓜實蠅僅在產卵時會進入瓜園產卵危害，大部分活動則停留於瓜園外圍的作物棲息覓食。瓜實蠅防治操作特色為每個田區種植西瓜或洋香瓜前一個月，即預先規劃栽植一排(畦)陷阱作物 (Trap Crop or Roosting Plant 如不孕性高粱，當地稱為 sudax)，有些陷阱作物對瓜實蠅具有誘引作用，如蓖麻(Castor, *Ricinus communis*)及玉米(Corn , *Zea mays*)，作為食物誘餌噴施的地方。通常瓜實蠅危害瓜果類作物僅針對幼果期產卵危害，只要在幼果期做好保護工作，防止瓜實蠅進入危害，瓜果發育至中果期以後被危害的風險已大幅降低(如圖 4-1)。

透過夏威夷防治團隊輔導，瓜農已經熟悉操作方式，並瞭解瓜實蠅防治的整體工作重點。農民多半認為運用夏威夷果瓜實蠅防治團隊所教育的防治技術與策略，落實於田間操作，瓜實蠅蟲害問題已經是可以控制的。

圖 4-1. 標的作物栽培前種植陷阱作物

(二)、國內輔導防治案例

案例一：北斗瓜園

圖 4-2. 瓜實蠅實施區域防治工作流程

一、緣由：

農試所藉由執行 95 台美瓜實蠅區域防計畫（95-農科-1.2.1-國-13(Z)）及有害生物作物整合性防治（96-管理-3.1-植防-(1)），與美國農業部、夏威夷州政府及夏威夷大學合作，引進區域性綜合防治之觀念及技術。95 年首先於彰化縣北斗鎮三種瓜園進行效果測試，規劃 7 位農友，栽植面積有 0.2~0.4 公頃，一處南瓜、四處苦瓜, 二處絲瓜，平均單位栽培面積約 0.3 公頃，防治成效明顯。其實施流程如圖 4-2

防治資材：

參與防治工作之農友 7 位，低毒性濃餌劑 1 瓶(1 公升)、棉片 100 片、監測用誘殺板 10 片(每個月更新)、密度監測誘蟲盒 5 個、滅雄藥液(克蠅+乃力松)5 瓶、記錄簿 1 本。

防治技術：

1.**清園**：結果期落實被害果清理，每日巡視田園時，隨身攜帶清潔袋，撿拾受害落果裝入袋內並捆綁袋口，定期清理後作為肥料，維持田間清潔確保瓜蠅不易孳生。

2.**滅雄**：自結花期開始，全區懸掛含甲基丁香油、克蠅及乃力松之誘殺板，每公頃 4 片，以壓制瓜實蠅族群大幅上升。誘殺板每 1.5 個月更換 1 次，至直到採收後 1 個月。本次示範田全程以長效型誘蟲盒作為防治陷阱。

3.**食物誘餌毒殺雌雄成蟲**：當園內設置之麥氏誘蟲器發現雌蟲後，即加強食物誘餌誘殺 (10 倍稀釋之濃餌劑)，每 5 公尺點噴於瓜藤上(約 5ml)，不可直接噴於瓜果或新葉上)，每星期噴 1 次，直到園內誘不到雌蟲。為避免瓜蠅於園外長期棲息，對於鄰近低矮陷阱作物，如朱槿、構樹及蓖麻等，點噴食物誘餌於其上，減低族群發生壓力。另瓜園外圍懸掛含毒甲基丁香油及克蠅之混合藥液(克蠅香)誘殺雄蟲，除杜絕外圍族群增長，同時具有族群監測之效，容易掌握蟲害密度動態。經同時實施此三種方式防治後，平均受害率維持於 5%以下，與對照組之受害率 75%有明顯區別，**示範區之苦瓜園不須套袋**，防治成果相當明顯，產品品質及產量亦隨之提高。由於苦瓜園利用此三種防治方式後，瓜農對於瓜實蠅為害已能有效控制，更能專注於產品品質提升(如圖 4-3)。

防治成果：

示範南瓜田約 2 分地，自苗期開始移植栽種後，於瓜園周圍進行滅雄防治，進入開花期後，於園內設置麥式誘蟲器，內置食物誘餌，當誘蟲盒內偵測到雌蟲後，即開始進行食物誘餌撲殺。**除幼果期曾經噴灑兩次農業藥劑外，均未再使用其它化學藥劑**，另對於園區內不良果亦定期收集於桶內。檢查三次瓜果受害率分別為 3.8%、1%、1%，對照沒有參與防治之瓜田危害達 100%，其防治瓜實蠅效率達九成以上。利用此栽培及蟲害管理方式，南瓜產季結束時約可收穫 8000 公斤，平均交易價格約 10~12 元。其它參與防治之瓜果園亦比照此防治策略進行，其中苦瓜園瓜果受害率約 7.5%，絲瓜園約 2.5%(如圖 4-4)。

圖 4-3 .瓜園內實際防治情形

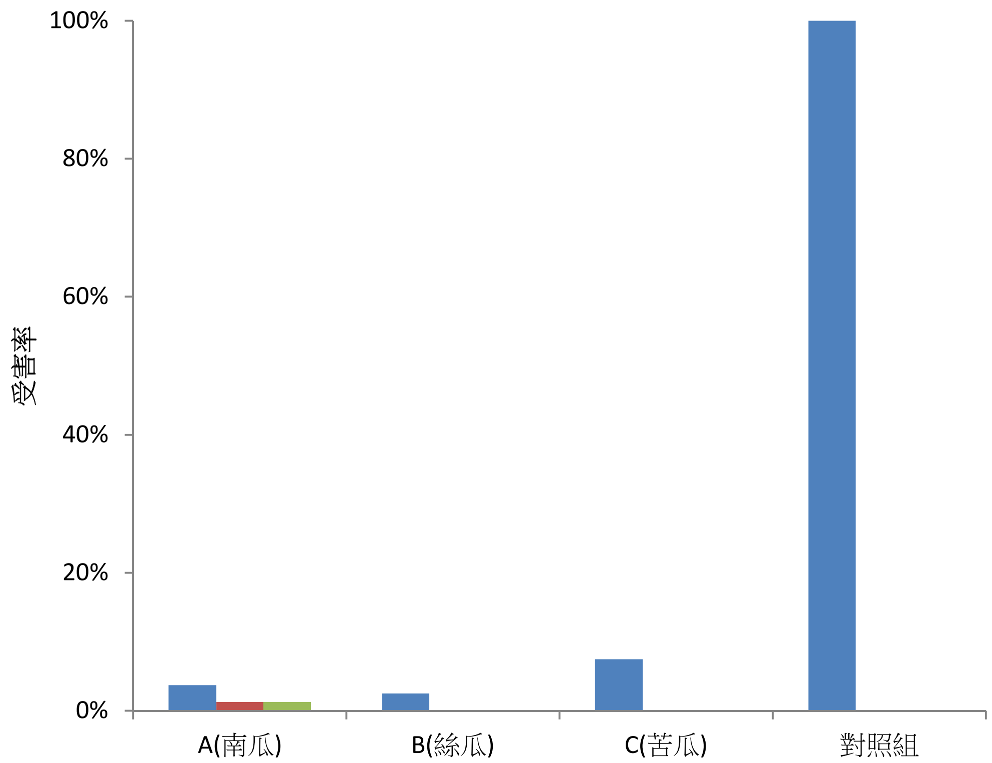


圖 4-4 .經由防治後受害率之比較

案例 二、雲林縣二崙鄉西瓜園

西瓜生產以沙質河床地區為主，因河床地較少瓜實蠅可棲息植物，為逃避酷熱的天候，瓜實蠅大都棲息於堤岸邊具遮蔭的雜樹林，當地主要棲息植物包括蓖麻、榕樹、構樹、朱槿、黃槿、銀合歡、破布子、香蕉、甘蔗、竹林或田間雜草叢。靠近堤岸的瓜田受害情形最為嚴重，如未妥予防治，瓜果被害率可達 100%；靠近河中央的瓜園因距離瓜實蠅棲息的植物較遠，被害率較低。每年 3 月為雲林縣西瓜開花授粉與結果期，也是瓜實蠅防治的重要時刻，若疏於防治，被害率常達 3~7 成。

雲林地區西瓜以 4 月底~5 月初之「頭瓜」價格最高，每台斤 11~13 元，6 月以後西瓜品質較差且量多價跌，價格最低為每台斤 1~3 元，故農民防治重點為保護「頭瓜」。由於開花至中果期(落毛、硬皮)前為瓜實蠅為害盛期(約 20 天)，農民慣於在這段期間利用清晨噴灑有機磷或合成除蟲菊類等殺蟲劑驅趕瓜實蠅；中果期以後不再需要防治瓜實蠅，但是其他病蟲害仍需持續防治(如圖 4-5)。

防治經過與防治措施：

99 年 3 月中旬農友因開花期疏於防治瓜實蠅，導致 10 公頃瓜園「連續兩次」幼瓜全數遭受到瓜實蠅產卵為害，經實地勘查被害田區及周邊環境後，規劃進行全面誘殺，主要防治措施如下：

(1) 於田區及雜樹林懸掛「含甲基丁香油、克蠅及乃力松」之誘殺餌劑，全面進行滅雄。

(2) 針對周圍瓜實蠅喜好棲息之構樹、銀合歡以及牧草等棲息植物，懸掛「酵母錠陷阱(Torula yeast)」誘殺雌雄蠅 (如圖 4-6)。

(3) 於靠堤岸及河床兩面建立緩衝區，各設兩行酵母錠陷阱(相距 5 公尺)誘殺雌雄蠅(如圖 4-7) 。

(4) 焚毀瓜田內大片雜草及矮灌木，以消除田區內瓜實蠅棲息地。並於田區零星雜草叢「點噴」食物誘餌(每點 5-10 cc)與懸掛酵母錠陷阱，加強誘殺成蠅 (如圖 4-8)。

圖 4-5 .二崙鄉農友西瓜園地理位置示意圖

(紅線部分為設置誘殺陷阱處，共 280 組)。

圖 4-6 .含酵母錠之誘蟲陷阱吊掛於瓜園周遭銀合歡

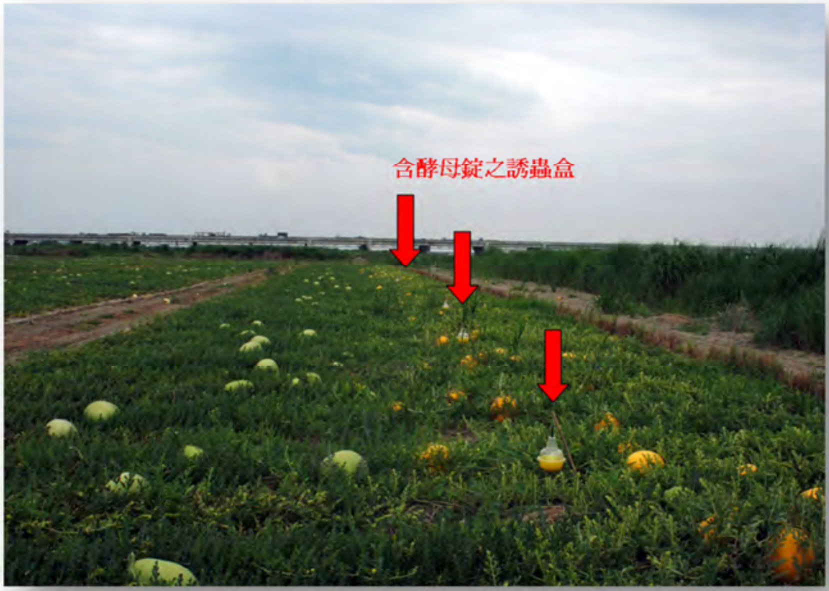


圖 4-7 . 瓜園外圍設立緩衝區(含酵母錠之誘蟲盒)以減少為害。

圖 4-8 . 針對瓜實蠅喜好棲息之雜草堆設置陷阱加強誘殺。

「進行全面誘殺」

慣行噴藥防治瓜實蠅成蟲只能「維持短暫效果」，由於河床周邊廣闊區域內藏匿的大量瓜實蠅，仍可持續進入正在開花或小瓜階段的西瓜園為害，即便連續噴藥也僅有 6~7 成的防治效果。如依農友慣用的噴藥方式驅趕，10 公頃西瓜田瓜實蠅的防治成本每期作約 9.9 萬元；利用(1)酵母錠、(2)食物誘餌及(3)誘殺板等三個方法來誘殺雌雄蠅，並配合清除被害瓜及燒燬雜草等清園工作，防治成本僅 3.5 萬元(表 4-1)。若能提早在 3 月初開始誘殺，還可省下摘除前兩期不良瓜的工資 4.8 萬元，且採收時間至少提前 2 週，收益可能更高。全區整體防治成效為被害率降低至 1 成以下，較 98 年總收益增加約 78 萬元，淨收益增加 56.3%（表 4-2 ）。

瓜實蠅誘殺防治工作應「提前」在定植期開始實施，在開花前的 3~4 週內將瓜實蠅密度降低，有利後續蟲害管理。針對西瓜等開花及幼果期需要密集保護的農作物，應該要「主動搜尋」瓜園周邊瓜實蠅棲息處，並聯合鄰近農友全面進行誘殺，即可達到事半功倍之效。除了要落實「被害瓜不落地」外，瓜園週邊的雜林、農家自種的茄科及葫蘆科等作物都可能藏匿瓜實蠅，應擴大誘殺範圍，以杜絕瓜實蠅入侵為害。

本防治案例屬於小面積區域防治，雖然在當地兩千多公頃西瓜園中僅佔約 0.5%，但是與同時期鄰近瓜農至少 4 成以上被害率相比較，實為值得參考的案例。若是能將共同防治的觀念擴大至整個濁水溪流域，相信對於生產者與消費者都是一個雙贏的契機。

表 4-1 .98~99 年防治瓜實蠅方法之比較(10 公頃西瓜)

防治策略	防治資材	單價與成本	支出，元
98 年殺蟲劑防治 *連續噴藥 2 週 *被害率約 3-4 成	芬殺松、陶斯松、納乃得、芬化利、第滅寧等殺蟲劑	6000 元 X15 次	90,000
	噴藥油料	600 元 X15 次	9,000
小計：99,000 元			
99 年誘殺防治 *3 月中-5 月底，更換酵母錠 2 次 *被害率 1 成以下	含毒誘殺板(堤防/瓜園外圍附近兩百公尺內)	30 元 X400 片	12,000
	塑膠麥氏誘蟲盒(農試所提供 80 組+自購 200 組)	35 元 X280 組	9,800
	酵母錠(農試所 480 粒+自購 900 粒)	8 元 X1380 粒	11,040
	食物誘餌(賜諾殺濃餌劑)	300 元 X8 瓶	2,400
小計：35,240 元			

表 4-2 .10 公頃西瓜生產成本與收益分析(98 年與 99 年)

瓜實蠅防治概況	每公頃成本*	98 年支出概況	99 年實際支出
開花期至中果硬皮之瓜實蠅防治		連續噴灑農藥兩週（防治約 7 成）	因未噴藥，頭兩期花 100%被害；改採全面清園、誘雄及食物誘餌誘雌
租地成本	2 萬元	20 萬	20 萬
瓜苗成本	7 元 X 2000 株	14 萬（7 元 X 2 萬株）	14 萬（7 元 X 2 萬株）
人力成本	2.5 萬	25 萬	25 萬
肥料成本	2~3 萬	25 萬	25 萬
水電費	0.34~1 萬	7 萬	7 萬
摘除頭兩次花與受害瓜	每日工資 1200 元	0	4.8 萬
防治瓜實蠅藥劑資材	1~1.4 萬（噴灑藥劑防治）	農藥 9 萬 動力噴藥油料 0.9 萬	誘殺劑及誘蟲盒 3.5 萬
其他病蟲害用藥	3 萬	30 萬	30 萬
生產成本小計		131 萬	129 萬
被害率		3 成	1 成以下
總收益		273 萬	351 萬
淨收益		142 萬	222 萬(+56.3%)

* 資料來源：二崙鄉農會及問卷訪問參與農民

附錄一、瓜實蠅寄主植物名錄

Apple, *Malus sylvestris* 蘋果
Apple, Custard *Annona reticulate* 牛心梨牛心果、牛心番荔枝
Avocado *Persea Americana* 酪梨
Bean, hyacinth *Dolichos lablab* 白肉豆
Bean, lima *Phaseolus lunatus [Phaseolus limensis*] 皇帝豆 萊豆
Bean, mung *Phaseolus radiates* 綠豆
Bean, string *Phaseolus vulgaris* 四季豆(菜豆)
Beans (*Phaseolus spp*.) 豆類
Cantaloupe *Cucumis melo* 哈密瓜 甜瓜
Cucumis melo var. *cantalupensis*
Cauliflower *Brassica oleracea* var. *botrytis* 花椰菜
Chayote *Sechium edule* 佛手瓜
Colocynth *Citrullus colocynthis* 苦西瓜果(台灣不常見)
Cotton (*Gossypium* spp.)
Cowpea *Vigna unguiculata* 豇豆
Cowpea, yardlong *Vigna sesquipedalis* 長豇豆
Cresentia spp. 蒲瓜樹
Cucumber *Cucumis sativus* 小黃瓜(胡瓜)
Cucumber, bur *Sicyos* sp. 刺果瓜
Cucurbit *Cucumis pubescens* 葫蘆瓜
Cucurbit, *wild Cucumis trigoni*
Date palm *Phoenix dactylifera* 海棗
Eggplant *Solanum melongena* 茄子
Fig, common *Ficus carica* 無花果
Gourds *Coccinia* spp. 紅瓜
Gherkin, West Indian *Cucumis angaria*
Gourd *Trichosanthes* spp. 蛇瓜
Gourd, angled luffa *Luffa acutangula*
Gourd, balsam-apple *Momordica balsaminia*
Gourd, balsam-pear *Momordica charantia*
Gourd, ivy *Coccinia grandis* 紅瓜
Gourd, kakari *Momordica cochinchiensis*
Gourd, pointed *Trichosanthes dioica*
Gourd, serpent cucumber *Trichosanthes anguina*
Gourd, snake *Trichosanthes cucumeroides*

Gourd, sponge *Luffa aegyptiaca*
Gourd, white-flowered *Lagenaria siceraria*
Grape *Vitis trifolia* 葡萄
Guava *Psidium guajava* 番石榴
Guava, cattley *Psidium cattleianum* 草莓番石榴
Jujube *Ziziphus spp.* 棗
Lagenaria spp. 扁蒲
Luffa spp. 絲瓜
Momordica spp. 苦瓜 山苦瓜
Mango *Mangifera indica* 檬果
Melon *Citrullus sp.* 西瓜
Melon, Chinese *Benincasa hispida* 冬瓜
Melon *Cucumis melo*
Melon, long *Cucumis utllissimus*
Melon, Oriental pickling *Cucumis melo* var. *conomon* 越瓜
Mustard, leaf *Brassica juncea* 芥菜
Okra *Abelmoschus esculentus* 秋葵
Orange, king *Citrus nobilis* 酸桔
Orange, mandarin *Citrus reticulate* 椪柑
Orange, sweet *Citrus sinensis* 甜橙
Papaya, common *Carica papaya* 青木瓜
Passion fruit *Passiflora edulis* 百香果
Peach *Prunus persica* 桃
Pear *Pyrus communis* 梨
Pepper *Capsicum annum* 彩椒
Pepper (*Capsicum* spp.) 胡椒屬
Pepper, chili *Capsicum annum* 紅辣椒
Pepper, tabasco *Capsicum frutescens* 椒
Pumpkin *Cucurbita pepo* 美國南瓜
Pumpkin, Canada *Cucurbita moschata* 南瓜
Scarlet wisteria tree *Sesbania grandiflora* 大花田菁
Soursop *Annona muricata* 刺番荔枝
Squash *Cucurbita maxima*
Tomato *Lycopersicon esculentum* 番茄
Tomato, tree *Cyphomandra betaceae* 小番茄
Water lemon *Passiflora laurifolia* 樟葉西番蓮
Watermelon *Citrullus lanatus*[*Citrullus vulgaris*] 西瓜

參考文獻

方敏男。1989。以套袋防治瓜實蠅。中華昆蟲特刊第四號 pp. 130-134。

方敏男、章加寶。1984。臺灣中部地區瓜實蠅發生消長與為害調查。植保會刊 26: 241-248。

方敏男、章加寶。1987。瓜實蠅在苦瓜園之族群消長、危害及套袋防治觀察。植保會刊 29: 45-51。

方敏男、劉添丁。1998。不同誘引物質對瓜實蠅之誘殺效果觀察。台灣果實蠅防治技術研討會專刊 pp. 192-206。

方敏男、章加寶、黃蘚。1998。使用套裝方法防治瓜實蠅危害苦瓜及絲瓜之效益評估。植保會刊 30: 210-221。

朱耀沂、葉萬音。1987。甲基丁香油對本省產瓜實蠅之引誘性。植保會刊 29: 81-84。

朱耀沂、魯仲娄。1987。利用克蠅調查瓜實蠅族群密度可行性之探討(1)：羽化日齡、溫度對引誘率之影響。植保會刊 29: 353-360。

朱耀沂、魯仲娄。1987。利用克蠅調查瓜實蠅族群密度可行性之探討(2)：克蠅的有效距離和瓜實蠅之分散趨勢。植保會刊 29: 361-369。

李後晶。1993。瓜實蠅 (*Dacus cucurbitae*) 羽化時間及自動化觀察之可能性。臺大農學院研究報告 33: 110-114。

李錫山。1972。瓜實蠅之生態研究。植保會刊 14: 175-182。

李錫山。1975。不同施藥時間防治瓜實蠅比較試驗。臺灣農業 11: 72-76。

呂鳳鳴。1997。瓜實蠅 (雙翅目：果實蠅科) 產卵之偏好性 (1) 寄主果實與顏色。中華昆蟲 17: 173-181。

黃振聲、顏耀平。1998。瓜實蠅性費洛蒙與誘引劑及溫度對克蠅與甲基丁香油誘引力影響之研究。台灣果實蠅防治技術研討會專刊 pp. 149-172。

溫宏治。1985。台灣南部瓜實蠅之田間生態與誘殺研究。中華農業研究 34: 228-235。

溫宏治。1987。胡瓜園瓜實蠅之棲群密度與為害關係研究。中華農業研究 36: 222-227。

溫宏治。1988。瓜實蠅田間防治之初步研究。中華農業研究 37: 220-224。

鄭允、古德業、高靜華、黃毓斌。1996。瓜果實蠅誘殺劑不穩定性研究—乃力松及克蠅之分解作用。中華農業研究 45: 422-435。

劉玉章。1990。瓜實蠅誘引劑之利用。重要蔬菜害蟲綜合防治研討會。中華昆蟲特刊第四號 pp. 115-129。

劉玉章、李燕光。1987。土壤物理因子對瓜實蠅蛹族群之影響。植保會刊 29: 263-275。

劉玉章、林志祥。1992。10%克蠅混合液對瓜實蠅之誘殺研究。植保會刊 34: 307-315。

劉玉章、林志祥。1993。瓜實蠅對 10%克蠅混合液之誘殺反應。植保會刊 35: 79-88。

劉玉章、章加寶。1980。瓜實蠅之實驗生態學。興大昆蟲學報 15: 243-270。

劉玉章、陳昇寬。1995。瓜實蠅食物引誘劑之開發。植保會刊 37: 189-199。

劉玉章、張佳燕。1995。瓜實蠅食物引誘劑之篩選及黃色黏紙之附加效用。中華昆蟲 15: 35-47。

劉玉章、張佳燕。1995。食物引誘劑對瓜實蠅之引誘力。中華昆蟲 15: 69-80。

劉玉章、蕭添印。1984。瓜實蠅之大量飼育(I):幼蟲飼育技術。興大昆蟲學報 17: 1-13。

劉玉章、蕭添印。1985。瓜實蠅之大量飼育(II):卵之大量生產技術。興大昆蟲學報 18: 37-47。

劉玉章、蕭添印。1986。瓜實蠅之大量飼育(III):成蟲及蛹之大量生產技術。興大昆蟲學報 19: 45-55。

Azab AK, El-Nahal A, Swailem SM. 1970. The immature stages of the melon fruit fly, *Dacus ciliatus* loew (Diptera: Trypaneidae). Soc Entomol Egypte Bull, Pp.243-247, 1970 :243-7.

Back EA. 1914. Life history of the melon fly. Journal of Agricultural Research. 3(3):269-74.

Baker R, Herbert RH, Lomer RA. 1982. Chemical components of the rectal gland secretions of male *Dacus cucurbitae*, the melon fly. Experientia 38(2):232-3.

Barry JD, Miller NW, Pinero JC, Tuttle A, Mau R, Vargas RI. 2006. Effectiveness of protein baits on melon fly and oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae): Attraction and feeding. J Econ Entomol 99(4):1161-7.

Bhatia SK and Mahto Y. 1970. Influence of temperature on the speed of development of melon-fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Trypetidae). Indian J Agr Sci, no.9, Pp.821-828, Sept 1970 (9):821-8.

Carey JR, Harris EJ, McInnis DO. 1985. Demography of a native strain of the melon fly, *Dacus cucurbitae*, from Hawaii. Entomologia Experimentalis *et* Applicata. 38(2):195-9.

Casana-Giner V, Oliver JE, Jang EB, Carvalho L, Khrimian A, DeMilo AB, McQuate GT. 2003. Raspberry ketone formate as an attractant for the melon fly (Diptera: Tephritidae). Journal of Entomological Science. 38(1):120-6.

Casana-Giner V, Oliver JE, Jang E, Carvalho L. 2003. Syntheses and behavioral evaluations of fluorinated and silylated analogs of raspberry ketone as attractants for the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett). Journal of Entomological Science. 38(1):111-9.

Chelliah S. 1970. Host influence on the development of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett. Indian J Entomol (4):381-3.

Cunningham RT, Chambers DL, Steiner LF, Ohinata K. 1975. Thixcin-thickened sprays of cue-lure + naled: Investigation of rates of application for use in male annihilation of melon fly. Journal of Economic Entomology. (6):857-60.

Cunningham RT and Steiner LF. 1972. Field trial of cue-lure + naled on saturated fiberboard blocks for control of the melon fly by the male-annihilation technique. Journal of Economic Entomology. (2):505-7.

Dhillon MK, Singh R, Naresh JS, Sharma HC. 2005. The melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae:* A review of its biology and management. Journal of Insect Science. 5:1-16.

Doolittle RE, Keiser I, Miyashita DH. 1970. Comparative attractiveness to the melon fly of mixtures of cue-lure and 4-(p-hydroxphenyl)-2-butanone. Journal of Economic Entomology. (1):339-40.

Duyck PF, Rousse P, Ryckewaert P, Fabre F, Quilici S. 2004. Influence of adding borax and modifying pH on effectiveness of food attractants for melon fly (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology. 97(3):1137-41.

Fabre F, Ryckewaert P, Duyck PF, Chiroleu F, Quilici S. 2003. Comparison of the efficacy of different food attractants and their concentration for melon fly (Diptera: Tephritidae). J Econ Entomol 96(1):231-8.

Follett PA, Armstrong JW, Zee FT. 2009. Host status of blueberry to invasive Tephritid fruit flies in Hawaii. Journal of Economic Entomology. 102(5):1859-63.

Follett PA, Zee FT, Hamasaki RT, Hummer K, Nakamoto ST. 2011. Susceptibility of low-chill blueberry cultivars to Mediterranean fruit fly, oriental fruit fly, and melon fly (Diptera: Tephritidae). J Econ Entomol 104(2):566-70.

Gupta JN and Verma AN. 1982. Effectiveness of fenitrothion bait sprays against melon fruit fly, *Dacus cucurbitae* Coquillet in bitter gourd India. Indian Journal of Agricultural Research. 16(1):41-6.

Gupta JN and Verma AN. 1979. Relative efficacy of insecticides, as contact poisons, to the adults of melon fruit fly, *Dacus cucurbitae* Coquillet. Indian Journal of Entomology. 41:117-20.

Haq Iu, Cáceres C, Hendrichs J, Teal P, Wornoayporn V, Stauffer C, Robinson AS. 2010. Effects of the juvenile hormone analogue methoprene and dietary protein on male melon fly *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) mating success. Journal of Insect Physiology. 56(11):1503-9.

Haq Iu, Caceres C, Hendrichs J, Teal P, Stauffer C, Robinson AS. 2010. Methoprene modulates the effect of diet on male melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, performance at mating aggregations. Entomol Exp Appl 136(1):21-30.

Harris EJ and Lee CYL. 1989. Influence of bittermelon, *momordica charantia* L. (cucurbitaceae), on distribution of melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillet (Diptera: Tephritidae) on the island of Molokai, Hawaii. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society. :49-56.

Harris EJ, Takara JM, Nishida T. 1986. Distribution of the melon fly, *Dacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae), and host plants on Kauai, Hawaiian islands. Environmental Entomology. 15(3):488-93.

Holbrook FR and Fujimoto MS. 1969. Mediterranean fruit flies and melon flies trapped at various heights with synthetic lures. Journal of Economic Entomology. (4):962-3.

Holbrook FR, Steiner LF, Fujimoto MS, Cunningham RT. 1970. Effects of location on responses of male melon flies to fiberboard blocks impregnated with cue-lure, a male attractant. Journal of Economic Entomology. (3):869-70.

Hollingsworth RG, Vagalo M, Tsatsia F. 1997. Biology of melon fly, with special reference to Solomon islands. Australian Centre for International Agricultural Research. 140 p.

Huang YB and Chi H. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. Insect Science 19(2):263-73.

Ichinohe F, Tanaka K, Ishikawa K. 1983. Attraction of the male melon flies *Dacus cucurbitae* to the blossoms of a common orchid *Dendrobium superbum*. Research Bulletin of the Plant Protection Service, Japan. (19):1-6.

Inayatullah C, Khan L, Manzoor-Ul-Haq, Ata-Ul-Mohsin. 1991. Weather-based models to predict the population densities of melon fruit fly, *Dacus cucurbitae* Coq. Tropical Pest Management. 37(3):211-5.

Iwahashi O, Teruya R, Teruya T, Ito Y. 1975. Changes in abundance of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett, before and after the suppression with cue-lure baits and protein hydrolysate spray. [title translated from Japanese]. Jap J Appl Entomol Zool (4):232-6.

Jacobson M, Keiser I, Chambers DL, Miyashita DH, Harding C. 1971. Synthetic nonenyl acetates as attractants for female melon flies. J Med Chem (3):236-9.

Jang EB. Effectiveness of plastic matrix lures and traps against *Bactrocera dorsalis* and *Bactrocera cucurbitae* in Hawaii. J Appl Entomol 135(6):456-66.

Jang EB, Casana-Giner V, Oliver JE. 2007. Field captures of wild melon fly (Diptera: Tephritidae) with an improved male attractant, raspberry ketone formate. Journal of Economic Entomology. 100(4):1124-8.

Kanmiya K. 1988. Acoustic studies on the mechanism of sound production in the mating songs of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Journal of Ethology. 6(2):143-51.

Kaur R and Rup PJ. 2002. Evaluation of regulatory influence of four plant growth regulators on the reproductive potential and longevity of melon fruit fly (Bactrocera cucurbitae). Phytoparasitica 30(3):224-30.

Keiser I, Ashraf M, Harris EJ, Silva JA. 1978. Species-specific enhancement of oviposition of female oriental fruit flies , melon flies , and mediterranean fruit flies. Journal of Environmental Science and Health.Part A. Environmental Science and Engineering. A13(10):733-49.

Keiser I, Khattak SUK, Ashraf M, Silva JA. 1988. Enhanced longevity and species-specific resistance to malathion of adult mediterranean fruit flies, melon flies, and oriental fruit flies fed on diets with hydrolyzed protein. Journal of Environmental Science and Health. Part A. Environmental Science and Engineering. 23(4):299-310.

Keiser I, Kobayashi RM, Miyashita DH, Harris EJ, Chambers DL. 1974. Comparative volatilization of three lures for male tephritids in Hawaii: Methyl eugenol (oriental fruit fly), cue-lure (melon fly), and trimedlure (Mediterranean fruit fly). Environ Lett (1):47-52.

Keiser I, Kobayashi RM, Schneider EL, Tomikawa I. 1973. Laboratory assessment of 73 insecticides against the oriental fruit fly, melon fly, and Mediterranean fruit fly. Journal of Economic Entomology. 66(4):837-9.

Keiser I, Nakagawa S, Kobayashi RM, Chambers DL, Doolittle RE. 1973. Attractiveness of cue-lure and the degradation product 4 - (p-hydroxyphenyl)-2-butanone to male melon flies in the field in Hawaii. Journal of Economic Entomology. (1):112-4.

Khoo CCH and Tan KH. 2000. Attraction of both sexes of melon fly, *Bactrocera cucurbitae* to conspecific males--a comparison after pharmacophagy of cue-lure and a new attractant--zingerone. Entomologia Experimentalis *et* Applicata. 97(3):317-20.

Kobayashi RM, Ohinata K, Chambers DL, Fujimoto MS. 1978. Sex pheromones of the oriental fruit fly and the melon fly: Mating behavior, bioassay method, and attraction of females by live males and by suspected pheromone glands of males. Environmental Entomology. (1):107-12.

Kocha T. 1975. Widespread distribution of melon fly, *Dacus cucurbitae* among Ryukyu islands and its biological control. Agriculture and Horticulture (5):689-90.

Koyama J, Kakinohana H, Miyatake T. 2004. Eradication of the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, in Japan: Importance of behavior, ecology, genetics, and evolution. Annual Review of Entomology. :331-49.

Koyama J, Nakamori H, Kuba H. 1986. Mating behavior of wild and mass-reared strains of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae), in a field cage. Applied Entomology and Zoology. 21(2):203-9.

Kuba H and Ito Y. 1993. Remating inhibition in the melon fly, *Bactrocera* (= Dacus) *cucurbitae* (Diptera: Tephritidae): Copulation with spermless males inhibits female remating. Journal of Ethology. 11(1):23-8.

Kuba H and Koyama J. 1982. Mating behavior of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae): Comparative studies of one wild and two laboratory strains. Applied Entomology and Zoology. 17(4):559-68.

Kuba H, Koyama J, Prokopy RJ. 1984. Mating behavior of wild melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae) in a field cage: Distribution and behavior of flies. Applied Entomology and Zoology. 19(3):367-73.

Kuba H and Sokei Y. 1988. The production of pheromone clouds by spraying in the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Journal of Ethology. 6(2):105-10.

Li HS. 1975. Studies on different times of application for the control of melon fly *Dacus cucurbitae* Coquillett [title translated from chinese]. Taiwan Agriculture Quarterly (4):72-6.

Liquido NJ. 1991. Indices of density and percentage infestation of oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae) in 'waimanalo' papaya. Journal of Plant Protection in the Tropics. 8(3):iii, 145-152.

Liquido NJ. 1991. Survey of oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae) infestations in papaya. Research Extension Series College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii, Cooperative Extension Service. (134):31-7.

Liquido NJ. 1991. Fruit on the ground as a reservoir of resident melon fly (Diptera: Tephritidae) populations in papaya orchards. Environmental Entomology. 20(2):620-5.

Liquido NJ and Cunningham RT. 1990. Colorimetry of papaya fruits as an index of infestation rates of oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology. 83(2):476-84.

Liquido NJ, Cunningham RT, Couey HM. 1989. Infestation rates of papaya by fruit flies (Diptera: Tephritidae) in relation to the degree of fruit ripeness. Journal of Economic Entomology. 82(1):213-9.

McQuate GT, Jones GD, Sylva CD. 2003. Assessment of corn pollen as a food source for twoTephritid fruit fly species. Environ Entomol 32(1):141-50.

McQuate GT and Vargas RI. 2007. Assessment of attractiveness of plants as roosting sites for the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, and oriental fruit fly, bactrocera dorsalis. Journal of Insect Science. .

Messing RH, Purcell MF, Klungess LM. 1995. Short range dispersal of mass-reared *psyttalia fletcher*i (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of *Bacterocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Environmental Entomology. 24(5):1338-43.

Miller NW, Vargas RI, Prokopy RJ, Mackey BE. 2004. State-dependent attractiveness of protein bait and host fruit odor to *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) females. Ann Entomol Soc Am 97(5):1063-8.

Miyahara Y and Kawai A. 1979. Movement of sterilized melon fly from Kume island to the Amami islands. Applied Entomology and Zoology. 14(4):496-7.

Miyatake T. 2002. Circadian rhythm and time of mating in *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) selected for age at reproduction. Heredity : An International Journal of Genetics. 88(4):302-6.

Miyatake T and Kanmiya K. 2004. Male courtship song in circadian rhythm mutants of *Bactrocera cucurbitae* (Tephritidae: Diptera). Journal of Insect Physiology. 50(1):85-91.

Mohamed SA, Wharton RA, Merey Gv, Schulthess F. 2006. Acceptance and suitability of different host stages of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) and seven other Tephritid fruit fly species to *Tetrastichus giffardii* silvestri (Hymenoptera: Eulophidae). Biological Control: Theory and Application in Pest Management. 39(3):262-71.

Mwatawala M, Maerere AP, Makundi R, Meyer MD. 2010. Incidence and host range of the melon fruit fly *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) in central Tanzania. International Journal of Pest Management. 56(3):265-73.

Nakamori H, Soemori H, Kakinohana H. 1978. Effect of temperature on pupal development of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coq. and a method to control the timing of adult emergence. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology. 22(2):56-9.

Nishida R, Iwahashi O, Tan KH. 1993. Accumulation of *Dendrobium superbum* (Orchidaceae) fragrance in the rectal glands by males of the melon fly, *Dacus cucurbitae*. Journal of Chemical Ecology. 19(4):713-22.

Okumura M, Ide T, Takagi S. 1980. Studies on the effect of temperature on the development of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coqullett. [title translated from japanese]. Chosa Kenkyu Hokoku = Research Bulletin of the Plant Protection Service, Japan. (17):51-6.

Pinero JC, Mau R, Vargas RI. 2011. A comparative assessment of the response of three fruit fly species (Diptera: Tephritidae) to a spinosad-based bait: Effect of ammonium acetate, female age, and protein hunger. Bull Entomol Res 101(4):373-81.

Pinero JC and Prokopy RJ. 2004. Local enhancement of alighting in the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*: Effect of olfactory, visual, and acoustical stimuli. Journal of Insect Behavior. 17(4):493-510.

Pinero JC, Jacome I, Vargas R, Prokopy RJ. 2006. Response of female melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, to host-associated visual and olfactory stimuli. Entomol Exp Appl 121(3):261-9.

Prokopy RJ and Koyama J. 1982. Oviposition site partitioning in *Dacus cucurbitae* melon fly, behavior, Okinawa, japan. Entomologia Experimentalis *et* Applicata. 31(3):428-32.

Prokopy RJ, Miller NW, Pinero JC, Barry JD, Tran LC, Oride L, Vargas RI. 2003. Effectiveness of GF-120 fruit fly bait spray applied to border area plants for control of melon flies (Diptera: Tephritidae). J Econ Entomol 96(5):1485-93.

Prokopy RJ, Miller NW, Pinero JC, Oride L, Chaney N, Revis H, Vargas RI. 2004. How effective is gf-120 fruit fly bait spray applied to border area sorghum plants for control of melon flies (Diptera: Tephritidae)? Fla Entomol 87(3):354-60.

Purcell MF, Stark JD, Messing RH. 1994. Insecticide effect on three tephritid fruit flies and associated braconid parasitoids in Hawaii. Journal of Economic Entomology. 87(6):1455-62.

Saul S and Seifert J. 1990. Methoprene on papayas: Persistence and toxicity to different developmental stages of fruit flies (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology. 83(3):901-4.

Shelly TE. 2000. Effects of raspberry ketone on the mating success of male melon flies (Diptera: Tephritidae). Proceedings of the Hawaiian Entomological Society. :163-7.

Shelly TE and Villalobos EM. 1995. Cuelure and the mating behavior of male melon flies (Diptera: Tephritidae). Florida Entomologist. 78(3):473-82.

Shelly TE, Pahio E, Edu J. 2004. Synergistic and inhibitory interactions between methyl eugenol and cue lure influence trap catch of male fruit flies, Bactrocera dorsalis (hendel) and B. cucurbitae (Diptera: Tephritidae). Fla Entomol 87(4):481-6.

Siderhurst MS and Jang EB. 2010. Cucumber volatile blend attractive to female melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett). J Chem Ecol 36(7):699-708.

Singh S and Singh RP. 1998. Neem (*Azadirachta indica)* seed kernel extracts and azadirachtin as oviposition deterrents against the melon fly (*Bactrocera cucurbitae*) and the oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis*). Phytoparasitica 26(3):191-7.

Sohal SK and Sharma R. 2011. Bioactivity of pyrogallol against melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae.* Phytoparasitica 39(4):361-7.

Stark JD. 1995. Nocturnal behavior of oriental fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) and associated parasitoids in a commercial papaya growing region on kaua'i, hawai'i. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society. :149-51.

Stark JD, Vargas RI, Messing RH, Purcell M. 1992. Effect of Cyromazine and Diazinon on three economically important Hawaiian Tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their endoparasitoids (Hymenoptera: Braconidae). Journal of Economic Entomology. 85(5):1687-94.

Stark JD, Vargas R, Miller N, Chaney N. 2009. Oral and topical toxicity of fipronil to melon fly and oriental fruit fly (Diptera:Tephritidae). J Entomol Sci 44(4):308-13.

Stark JD and Vargas R. 2009. An evaluation of alternative insecticides to Diazinon for control of Tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) in soil. Journal of Economic Entomology. 102(1):139-43.

Sugimoto A. 1979. Smoke emission by the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology. 23(1):40-2.

Suzuki Y and Koyama J. 1981. Courtship behavior of the melon fly, *Dacus cucurbitae* (Coquillett (Diptera: Tephritidae). Applied Entomology and Zoology. 16(2):164-6.

Tan KH and Nishida R. 2005. Synomone or kairomone? - *Bulbophyllum apertum* flower releases raspberry ketone to attract bactrocera fruit flies. Journal of Chemical Ecology. 31(3):497-507.

Tao M, Furusawa K, Sunagawa K. 1986. Effects of high temperature condition during the pupal stage of the melon fly, Dacus cucurbitae Coquillett, on emergence, flight ability, ovarian development, mating ability and longevity of the adults. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology. 30(3):167-72.

Uchida GK, Vargas RI, Beardsley JW, Liquido NJ. 1990. Host suitability of wild cucurbits for melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett, in Hawaii, with notes on their distribution and taxonomic status. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society. :37-52.

Vargas RI and Carey JR. 1990. Comparative survival and demographic statistics for wild oriental fruit fly, Mediterranean fruit fly, and melon fly (Diptera: Tephritidae) on papaya. Journal of Economic Entomology. 83(4):1344-9.

Vargas RI, Miller NW, Stark JD. 2003. Field trials of spinosad as a replacement for naled, DDVP, and malathion in methyl eugenol and cue-lure bucket traps to attract and kill male oriental fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. J Econ Entomol 96(6):1780-5.

Vargas RI, Ramadan M, Hussain T, Mochizuki N, Bautista RC, Stark JD. 2002. Comparative demography of six fruit fly (Diptera: Tephritidae) parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). Biological Control : Theory and Applications in Pest Management. 25(1):30-40.

Vargas RI, Stark JD, Kido MH, Ketter HM, Whitehand LC. 2000. Methyl eugenol and cue-lure traps for suppression of male oriental fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii: Effects of lure mixtures and weathering. J Econ Entomol 93(1):81-7.

Vargas RI, Stark JD, Mackey B, Bull R. 2005. Weathering trials of amulet cue-lure and amulet methyl eugenol "attract-and-kill" stations with male melon flies and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. Journal of Economic Entomology. 98(5):1551-9.

Vargas RI, Stark JD, Nishida T. 1990. Population dynamics, habitat preference, and seasonal distribution patterns of oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae) in an agricultural area. Environmental Entomology. 19(6):1820-8.

Vargas RI, Stark JD, Nishida T. 1989. Abundance, distribution, and dispersion indices of the oriental fruit fly and melon fly (Diptera: Tephritidae) on kauai, Hawaiian islands. Journal of Economic Entomology. 82(6):1609-15.

Vargas RI, Walsh WA, Kanehisa D, Stark JD, Nishida T. 2000. Comparative demography of three Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) at alternating temperatures. Ann Entomol Soc Am 93(1):75-81.

Vargas RI, Burns RE, Mau RFL, Stark JD, Cook P, Piñero JC. 2009. Captures in methyl eugenol and cue-lure detection traps with and without insecticides and with a farma tech solid lure and insecticide dispenser. Journal of Economic Entomology. 102(2):552-7.

Vargas RI, Mau RFL, Stark JD, Piñero J,C., Leblanc L, Souder SK. 2010. Evaluation of methyl eugenol and cue-lure traps with solid lure and insecticide dispensers

for fruit fly monitoring and male annihilation in the Hawaii areawide pest management program. Journal of Economic Entomology. 103(2):409-15.

Vargas RI, Mau RL, Jang EB. 2007. The Hawaii fruit fly area-wide pest management program: Accomplishments and future directions. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society. :99-104.

Vargas RI, Pinero JC, Jacome I, Revis HC, Prokopy RJ. 2009. Effectiveness of GF-120 NF naturalyte fruit fly bait spray against different ages of melon fly (Diptera: Tephritidae) females when applied to border crops of various widths. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society. :15-23.

Vargas RI, Pinero JC, Jang EB, Mau RFL, Stark JD, Gomez L, Stoltman L, Mafra-Neto A. 2010. Response of melon fly (Diptera: Tephritidae) to weathered SPLAT-spinosad-cue-lure. J Econ Entomol 103(5):1594-602.

Vargas RI, Souder SK, MacKey B, Cook P, Morse JG, Stark JD. 2012. Field trials of solid triple lure (trimedlure, methyl eugenol, raspberry ketone, and DDVP) dispensers for detection and male annihilation of *Ceratitis capitata*, *Bactrocera dorsalis,* and *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. J Econ Entomol 105(5):1557-65.

Verma GD and Sinha PK. 1977. Bait spray application for the control of melon fruit fly. Pesticides (8):18-.

Wakabayashi N and Cunningham RT. 1991. Four-component synthetic food bait for attracting both sexes of the melon fly (Diptera: Tephritidae). Journal of

Wong TTY, McInnis DO, Ramadan MM, Nishimoto JI. 1991. Age-related response of male melon flies *Dacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) to cue-lure. Journal of Chemical Ecology. 17(12):2481-7.

國家圖書館出版品預行編目資料

瓜實蠅防治與整合性管理策略 Integrated Pest Management and Control Tactics of the Melon Fly/Authors: Y. B. Huang et al. 黃毓斌 主編 –初版-台中市：行政院農業委員會農業試驗所；2014, 11 (民 103, 11) 面:19X26 公分 (行政院農業委員會農業試驗所特刊 182 號) ISBN 9789860435313 (平裝) 1. 農業昆蟲學 2. 植物病蟲害 433.3 103025369

==========瓜實蠅防治與整合性管理策略=========

發行：行政院農業委員會農業試驗所

出版：行政院農業委員會農業試驗所

台中市霧峰區中正路 189 號

主編：黃毓斌

審稿：周明儀

作者：黃毓斌、江明耀、丁柔心、周桃美、高靜華

電話：(04)2331-7634

傳真：(04)23309097

承印者：峰林實業有限公司

電話：(04)2296-7677

出版日期：中華民國 103 年 11 月出版

農試所出版品編號 2014 年 04 號

定價：新台幣 200 元

展售處：

五南文化廣場 400 台中市中山路 6 號 04-22260330 轉 27

國家書店 104 台北市松江路 209 號 1 樓 02-25180207(代表號)

國家網路書店 http://www.govbooks.com.tw

ISBN：9789860435313

GPN：1010302762